



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AMBIENTAL**

Eficiencia de biofiltros a base de cáscaras vegetales para reducir metales
pesados en aguas del río Chillón, Callao, 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Br. Espinoza Machuca, Diego Fernando (ORCID: 0000-0003-1464-5312)

Br. Nonato Camacho, July Katheryne (ORCID: 0000-0001-6936-154X)

ASESOR:

Dr. Jave Nakayo Jorge Leonardo (ORCID: 0000-0003-3536-881X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Conservación de los Recursos Naturales

LIMA – PERÚ

2019

Dedicatoria:

Se lo dedicamos a Dios puesto que nos ha brindado la sabiduría necesaria para afrontar este gran reto académico. A nuestros padres quienes amamos porque son el pilar de nuestra vida para seguir logrando todos los sueños y continuar saliendo adelante como familia.

Agradecimiento:

Agradecemos a nuestro asesor por el apoyo brindado y también a la Universidad César Vallejo por los Conocimientos adquiridos y porque me proporcionó sus laboratorios para el desarrollo de la presente tesis.

Página del jurado

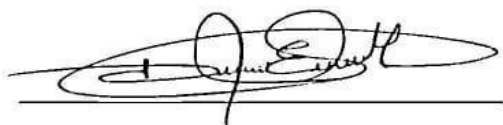
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo Diego Fernando Espinoza Machuca, identificado con DNI 73455382 y July Katheryne Nonato Camacho identificado con DNI 72881960, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de grado y títulos de la universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, declaramos bajo juramento que toda documentación que acompañe es veraz y autentica.

Asimismo, declaramos también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Lima, 01 de julio del 2019



Diego Fernando Espinoza Machuca



July Katheryne Nonato Camacho

Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Página del jurado	iv
Declaratoria de autenticidad	v
ÍNDICE.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN... ..	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MÉTODO.....	25
2.1 Tipo y diseño de investigación	25
2.2 Operacionalización de Variables	26
2.3 Población, muestra	27
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	29
2.4 Procedimiento	29
2.5 Métodos de análisis de datos.....	35
2.6 Aspectos éticos	35
III. RESULTADOS	36
IV. DISCUSIÓN.....	50
V. CONCLUSIONES	52
VI. RECOMENDACIONES	52
REFERENCIAS	53
ANEXOS	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Característica Química de la Cáscara de Banano</i>	18
Tabla 2. <i>Composición química de maracuyá</i>	19
Tabla 3. <i>Composición de la cáscara de maracuyá</i>	19
Tabla 4. <i>Características físicas del biofiltro:</i>	20
Tabla 5. <i>Matriz de Operacionalización</i>	26
Tabla 6. <i>Procedimientos generales del desarrollo del trabajo investigativo</i>	29
Tabla 7. <i>Zona de estudio Callao</i>	30
Tabla 8. <i>Eficiencias de los tratamientos de biofiltración</i>	37
Tabla 9. <i>Biofiltro con cáscara de maracuyá</i>	37
Tabla 10. <i>Biofiltro con cáscara de plátano</i>	38
Tabla 11. <i>Biofiltro con cáscara de maracuyá y plátano</i>	39
Tabla 12. <i>Prueba de normalidad</i>	43
Tabla 13. <i>Diferencias emparejadas del Biofiltro con Pasiflora edulis con Cobre</i>	44
Tabla 14. <i>Diferencias emparejadas del Biofiltro con Musa paradisiaca con Cobre</i>	45
Tabla 15. <i>Diferencias emparejadas del Biofiltro con P. edulis y M. paradisiaca con Cobre</i> ...	45
Tabla 16. <i>Diferencias emparejadas del Biofiltro con Pasiflora edulis con Zinc</i>	46
Tabla 17. <i>Diferencias emparejadas del Biofiltro con Musa paradisiaca con Zinc</i>	46
Tabla 18. <i>Diferencias emparejadas del Biofiltro con P. edulis y M. paradisiaca con Zinc</i>	46
Tabla 19. <i>Diferencias emparejadas del Biofiltro 1 y Biofiltro 2 con Cobre</i>	47
Tabla 20. <i>Diferencias emparejadas del Biofiltro 1 y Biofiltro 3 con Cobre</i>	47
Tabla 21. <i>Diferencias emparejadas del Biofiltro 2 y Biofiltro 3 con Cobre</i>	48
Tabla 22. <i>Diferencias emparejadas del Biofiltro 1 y Biofiltro 2 con Zinc</i>	48
Tabla 23. <i>Diferencias emparejadas del Biofiltro 1 y Biofiltro 3 con Zinc</i>	49
Tabla 24. <i>Diferencias emparejadas del Biofiltro 2 y Biofiltro 3 con Zinc</i>	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la toma de muestra.....	30
Figura 2. Toma de muestra inicial	31
Figura 3. Cáscaras de Maracuyá	31
Figura 4. Cáscaras de Plátano	32
Figura 5. Elaboración del biofiltro	33
Figura 6. Procedimiento de filtración	34
Figura 7. Concentración del Cu y Zn después del tratamiento	37
Figura 8. Concentración del Cu y Zn después del tratamiento	39
Figura 9. Concentración del Cu y Zn después del tratamiento	40
Figura 10. Tiempo de retención de contaminantes del Cobre	41
Figura 11. Tiempo de retención de contaminantes del Zinc	41
Figura 12. Porcentaje de reducción del Cu y Zn después del tratamiento	42
Figura 13. Porcentaje de reducción del Cu y Zn después del tratamiento	42
Figura 14. Porcentaje de reducción del Cu y Zn después del tratamiento	43

RESUMEN

El sistema de biofiltración está a base de cáscaras de vegetales como el maracuyá (*Pasiflora edulis*), el plátano (*Musa paradisiaca*) y estratos filtrantes (piedra bola, piedra grava, arena gruesa y fina) actuando como elemento de reducción de metales pesados en aguas contaminadas.

El presente trabajo de investigación tiene por objetivo determinar la eficiencia de biofiltros a base de cáscaras vegetales para reducir metales pesados en aguas del río Chillón, Callao, 2019. Estas cáscaras tienen la característica de adsorber metales pesados por su composición química donde se encuentra la lignina, celulosa y pectina que tienen la función de atraer metales pesados por donación de un par de electrones para formar complejos con los iones metálicos. El tipo de investigación fue aplicada, presentando un enfoque cuantitativo y de diseño experimental donde se trabajó con diferentes concentraciones (1, 2 y 3 kg) de polvillo a base de cáscaras de vegetales, para evaluar los biofiltros en dos diferentes tiempos de retención contaminantes (1:30 h y 3 h) en la reducción de metales pesados en aguas que cumpla con la normativa establecida ECA categoría 4 mediante ello se tomó 18 muestras que fueron analizadas por la técnica de espectrometría de absorción atómica. La población viene hacer el agua del río Chillón y la muestra fue de 360 litros para los tres biofiltros. Los resultados obtenidos demostraron la eficiencia en el biofiltro con cáscaras de maracuyá fue del 21.5 %, en el biofiltro con cáscaras de plátano se obtuvo una eficiencia del 31.8 % y en el biofiltro con cáscaras de maracuyá y plátano tuvo una eficiencia del 41.2%.

Se concluye que los datos obtenidos del tercer biofiltro con la mezcla de ambas cáscaras (*Pasiflora edulis* y *Musa paradisiaca*) se obtuvo mejores resultados reduciendo la concentración de cobre a 0.0866 mg/l, removiendo así el 98 % del metal pesado y 0.117mg/l de zinc con una remoción de 70%.

Palabras claves: Eficiencia, biofiltro, cobre, zinc.

ABSTRACT

The biofiltration system is based on vegetable husks such as passion fruit (*Pasiflora edulis*), banana (*Musa paradisiaca*) and filter strata (ball stone, gravel stone, coarse and fine sand) acting as a heavy metal reduction element in water polluted.

The objective of this research work is to determine the efficiency of biofilters based on vegetable husks to reduce heavy metals in the waters of the Chillón River, Callao, 2019. These husks have the characteristic of adsorbing heavy metals due to their chemical composition, where lignin is found, cellulose and pectin that have the function of attracting heavy metals by donating a pair of electrons to form complexes with metal ions. The type of research was applied, presenting a quantitative and experimental design approach where different concentrations (1, 2 and 3 kg) of the dust based on vegetable husks were used to evaluate the biofilters in two different times of contaminant retention (1:30 h and 3 h) in the reduction of heavy metals in water that complies with the established ECA category 4 regulation. Therefore, 18 samples were taken and analyzed by the atomic absorption spectrometry technique. The population comes to make the water of the Chillón River and the sample was 360 liters for the three biofilters. The results obtained showed the efficiency in the biofilter with passion fruit peel was 21.5%, in the biofilter with banana peel an efficiency of 31.8% was obtained and in the biofilter with passion fruit and plantain peels it had an efficiency of 41.2%.

It is concluded that the data obtained from the third biofilter with the mixture of both shells (*Pasiflora edulis* and *Musa paradisiaca*) obtained better results by reducing the copper concentration to 0.0866 mg / l, thus removing 98% of the heavy metal and 0.117mg / l of zinc with a 70% removal.

Keywords: Efficiency, biofilter, copper, zin

I. INTRODUCCIÓN

El crecimiento demográfico es la causa de una mayor demanda de nuestros recursos hídricos trayendo consigo la alteración y contaminación por exposición de metales con alto peso molecular en los cuerpos de agua los cuales han ido creciendo en volumen durante los últimos años lo que es una preocupación a nivel global. La contaminación ha ido alcanzando niveles cada vez más altos superando los ECA del cobre (0.1 mg/L) y del Zinc (0.12 mg/L) de la Categoría 4: Conservación del ambiente acuático por la incorporación de materias extrañas como productos químicos, residuos industriales, residuos sólidos y metales pesados. Estas materias y subproductos deterioran la calidad del agua perjudicando y siendo causantes de la conservación del ambiente acuático.

Entre los límites de la Av. Néstor Gambeta con el distrito de Ventanilla, Callao por donde pasa el Río Chillón las cuales sus aguas desembocan directamente al mar tienen diversos problemas, entre ellos el más preocupante es el exceso de metales pesados.

Para una determinación de la concentración de metales pesados, se realizó una caracterización de las muestras de sus aguas y se obtuvo que la concentración de Cu es de 6.2529 mg/L y Zn es de 0,3880 mg/L, siendo valores considerables en especial por la altísima concentración de los dos metales pesados a comparación de lo establecido en la normativa D.S. N° 004-2017- MINAM. Por ello, el hecho que las aguas (sin tratar) contienen metales pesados que estaría incrementando de manera exponencial la problemática dado que representan un gran peligro para la conservación del ambiente acuático.

Considerando que, un porcentaje de 70% del recurso hídrico sobrante (agua contaminada) no presenta ningún tratamiento, lo cual no contribuye a alcanzar el ciclo hidrológico, puesto que no se genera un reúso del agua debido a su contaminación expuesta.

El río Chillón se ha convertido en uno de los ríos más contaminados a lo largo de su cauce empleado como vertedero por las fabricas generando uno de los principales problemas hídricos que no reciben tratamiento alguno, lo que representa un daño ambiental alarmante para la conservación del ecosistema acuático que de por ya se encuentra dañado.

Para la siguiente investigación se han tomado como referencia investigaciones en torno a la a la reducción de los metales pesados desarrollado por VERA, Luisa et.al (2018) en su presente artículo que lleva como título: Tecnologías de biosorción y membranas en la eliminación de metales pesados. Tecnología y Ciencias del Agua tiene por objetivo la comparación entre la tecnología de membrana y biosorción en la eliminación de Pb^{+2} y Cd^{+2} de las aguas residuales de la industria minera. Siendo una investigación de diseño no experimental de tipo explicativa con enfoque cualitativo. Se utilizó la celda de membranas a escala laboratorio, que permite realizar operaciones de filtración en flujo cruzado con las membranas comerciales de ósmosis inversa y de nanofiltración, obteniéndose un coeficiente de rechazo con la de ósmosis de 98.77 para el Pb^{+2} y 98.30 para el Cd^{+2} ; y con la de nanofiltración 98.67 para el Pb^{+2} y 98.05 para el Cd^{+2} . Se concluye que la eliminación de metales pesados utilizando tanto la tecnología de membrana como la de biosorción da buenos resultados ya que utilizando, el bagazo de caña se alcanzan porcentajes de remoción para el plomo del 97.8 % y cadmio 81.4%.

Para la siguiente investigación se han tomado como referencia investigaciones en torno a uso de biofiltros para la remoción de contaminantes como el que hizo ZHENG, et al (2018) in his article titled: Using an Attapulgit-Activated Carbon Composite Ceramisite Biofilter to Remove Dibutyl Phthalate from Source Water aims developed an attapulgit-activated carbon composite ceramisite biofilter for removing trace-level dibutyl phthalate from micro-polluted drinking source water. Siendo un artículo de diseño experimental de tipo de aplicación y con un enfoque cuantitativo. El filtro se hizo funcionar con dos diferentes concentraciones de ftalato de dibutilo de $20 \mu g / L$ y $50 \mu g / L$ a varias velocidades de filtración de 2, 4, 6 y 8 m/h, correspondiente a un tiempo de contacto con el lecho vacío de 24, 12, 8 y 6 min. Después de cada cambio en la concentración de afluente o las tasas de filtración, pasaron al menos 24 h a través del reactor antes de que se extrajeran muestras de agua del efluente. Puertos de muestra de 20, 40, 60 y 80 cm de profundidad. Se demostró que el rendimiento del biofiltro fue mejor que el filtro de adsorción para eliminar el ftalato de dibutilo.

Para la siguiente investigación se han tomado como referencia investigaciones en torno a uso de biofiltro desarrollado por ERABEE et. al (2018) in his article titled: Treatment of Contaminated Landfill Leachate using Aged Refuse Biofilter tiene como objetivo reducir los parámetros físicos, químicos y biológicos del lixiviado mediante un biofiltro relleno con una

mezcla de residuos viejos y grava. Ser un artículo de diseño experimental de tipo de aplicación y con un enfoque cuantitativo. El porcentaje de reducción es de alrededor del 75% - 95%. El resultado más del 85% de zinc (Zn), el 96% si el hierro (Fe), el 89% de cadmio (Cd), el 82% de plomo (Pb) y el 91% de cobre (Cu) se eliminaron para el lixiviado intermedio, mientras que el 38% de Zn, el 85% de Fe, el 65% de Cd, el 30% de Pb y el 59% de Cu se eliminaron para lixiviados jóvenes en el primer ciclo de una sola etapa. Después del primer proceso de tratamiento, los residuos viejos mostraron un gran potencial en la eliminación de DQO, DBO₅, SST, TDS y algunos de los metales pesados en el lixiviado incluyen Zn, Fe, Cd, Pb y Cu. La eliminación de metales pesados se produce principalmente por adsorción y precipitación y por microorganismos. Con todo el análisis realizado en esta investigación, se puede concluir que los métodos biológicos que utilizaron los residuos viejos son muy efectivos para el tratamiento de lixiviados de vertederos en una sola etapa.

En las indagaciones se han tomado como referencia de investigación el uso de biofiltros desarrollado por NATARAJAN, Rajamohan et.al (2015) in his article titled: Performance evaluation and kinetic studies on removal of benzene in up-flow tree bark based biofilter su objetivo fue evaluar la factibilidad de las cortezas Phoenix dactylifera como el nuevo medio filtrante en un biofiltro de flujo ascendente que emplea cultivo mixto para degradar el benceno. Ser un artículo de diseño experimental de tipo de aplicación y con un enfoque cuantitativo. Los experimentos se realizaron a diferentes concentraciones de benceno (1.5- 6.0 g m³) y (1.2 - 4.7 min). Se encontró que la capacidad de eliminación variaba linealmente con la velocidad de carga de entrada en el rango de 0 a 306 g.m / 3 h. La eficiencia de eliminación del 99% se logró cuando la concentración de benceno fue de 1.5 g m³ y disminuyó con el aumento de la concentración de benceno. Se concluye que las tasas resultaron en una mayor eficiencia de eliminación de benceno.

Para la siguiente estudio realizado con biofiltros nos indica lo siguiente el presente investigador NORSYAHARIATI, Nik et.al (2015) in his article titled: Leachate Treatment Using Aged Refuse as a Biofilter el objetivo de este estudio es tratar los lixiviados utilizando residuos de diferentes edades (4, 8 y 11 años) como medio de biofiltros. Ser un artículo de diseño experimental de tipo de aplicación y con un enfoque cuantitativo. Los resultados mostraron que la concentración inicial de los parámetros de lixiviado es: el (DQO) fue de 981.47 mg / L, y la (DBO₅) fue de 527.16 mg / L, y amoníaco-nitrógeno (NH₃-N) fue 2,815.56 mg / L y el recuento de bacterias es 3.3×10^6 unidad de filtración concentrada.

Se concluye que los mayores porcentajes de eliminación son la concentración de TSS y $\text{NH}_3\text{-N}$ en lixiviados, que fueron 70% y 92%, respectivamente. El porcentaje de eliminación más bajo en este tratamiento fue el pH y la DBO5, que son del 2% al 5% del pH y alrededor del 17% al 40% de la DBO5 en los lixiviados.

El investigador nos da a conocer mediante la investigación de biofiltros desarrollada por ZHANG, Yuet et.al (2018) en su artículo: *Microbial community response reveals underlying mechanism of industrial-scale manganese sand biofilters used for the simultaneous removal of iron, manganese and ammonia from ground water* tiene como objetivo la eliminación simultánea de hierro, manganeso y amoníaco en aguas subterráneas utilizando un proceso de aireación-biofiltración. Se trata de un artículo de diseño experimental de tipo de aplicación y con un enfoque cuantitativo. Las concentraciones de hierro y manganeso disueltos en el agua subterránea contaminada estuvieron en el rango de 9.4–15.7 y 1.1–1.7 mg / L. Después del tratamiento en cascada de “aireación-biofiltración”, las concentraciones de hierro y manganeso efluentes disminuyeron gradualmente a alrededor de 0,12 y $6,0 \times 10^{-3}$ mg / L. Mientras tanto, también se logró una alta eficiencia de remoción de amoníaco ($74.1 \pm 1.2\%$). En las indagaciones se han tomado como referencia de investigación el uso de biofiltros como medio de remoción de metales desarrollado por DÁVILA, Martín et al (2017) en su presente artículo que lleva como título : *Valoración de residuos agroindustriales como biofiltros: remoción de Cr (VI) en efluentes de curtiembres sintéticos* tiene por objetivo estudiar la remoción de Cr (VI) en solución acuosa sintética preparada a partir de la concentración detectada en una muestra de vertimientos de curtiembres (Cr (VI): 32,6 mg/kg). El estudio fue experimental de tipo aplicativo presentando un enfoque cuantitativo . Para ello, mediante ensayos Batch, se dispusieron cinco filtros a escala de laboratorio empacados con cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) y naranja (*Citrus sinensis*) (Filtro a: 100% naranja, Filtro b: 70% naranja y 30% plátano, Filtro c: 50% naranja y 50% plátano, Filtro d: 30% naranja y 70% plátano y Filtro e: 100% plátano). El filtro con mejor desempeño en términos de bioadsorción de Cr (VI) fue Filtro d ya que dicho filtro mostró una eficiencia de remoción del 93%, comparado a Filtro a: 73%, Filtro b: 90%, Filtro c: 86% y Filtro e: 82%. En sus conclusiones se evidencia la capacidad remoción y de adsorción de metales pesados de dos materiales, la cáscara de plátano y naranja sin embargo, la mayor remoción de bioadsorbentes fue Filtro d > Filtro b > Filtro c > Filtro e > Filtro a. En este sentido, una mayor presencia de plátano en la mezcla removi6 casi en su totalidad el Cr (VI) del agua residual sint6tica t6pica presente en el efluente de curtiembres(% R: 93 %). Esto podr6a estar

ligado a la composición bioquímica de la cáscara de plátano y banano con mayor contenido de celulosa, hemicelulosa, lignina y fibra cruda, además de compuestos con grupos aminos. El énfasis de estudio de la investigación de uso de biofiltros como medio de tratamiento por INFANTE, Sandy (2017) en su artículo de investigación: Biofiltro con cascarilla de arroz y pasto vetiver (*C. zizanioides*) para el tratamiento del efluente de la PTAR del INPEC – Yopal, Casanare, Colombia tiene por objetivo lograr un efluente de calidad óptima para reúso del agua en riego agrícola. El estudio realizado fue experimental de tipo aplicativo presentando un enfoque cuantitativo. Los resultados mostraron que la cascarilla de arroz como sustrato funciona bien, las plantas crecieron permanentemente, ayudando a disminuir la carga orgánica. En conclusión mediante los resultados obtenidos, se evidencia que el humedal puede alcanzar el 73.25% de remoción carga orgánica (DBO5), y organismos patógenos en niveles óptimos de carga orgánica y flujo continuo de agua, esto mejoraría la calidad del agua para reúso agrícola.

En presente estudio dan como conocimiento la remoción de plomo mediante uso de biofiltros elaborada por MOREIRA, Lissette (2017) en su investigación titulada: Propuesta de desarrollo de un biofiltro para remoción de plomo en el cuerpo de agua de consumo de los pobladores del recinto Yurima – Daule para adquirir el grado de Ingeniero Ambiental de la Universidad de Guayaquil - Ecuador tiene por objetivo desarrollar un biofiltro a partir de sustratos vegetales para la eliminación de Pb de agua del río Pula, utilizada para el consumo de los pobladores del recinto Yurima, cantón Daule. El estudio realizado fue experimental de tipo aplicativo presentando un enfoque cuantitativo. Como control positivo se utilizó Zeolita. Los sustratos más eficientes en la remoción de Pb fueron la Zeolita ($97,67 \pm 2,08\%$), la Musa paradisiaca ($88,22 \pm 6,58\%$), Spirodela intermedia ($83,33 \pm 6,51\%$), Lemnasp., ($64,00 \pm 0,00\%$) y Azolla caroliniana ($55,89 \pm 8,50\%$), las dos últimas con valores significativamente menores al control Zeolita. Se concluye que mayor eficiencia presentan los sustratos de la Zeolita para la remoción de Pb usada como control positivo, la Musa paradisiaca, la Spirodela intermedia y Lemna minor, la menos eficiente fue la Azolla caroliniana con valores significativamente menores al control Zeolita.

Como investigación desarrollada mediante un análisis nos da cuenta del uso de biofiltros para la recuperación de aguas como el que hizo NAGUA, Glenda (2016) en la investigación titulada: Recuperación de aguas residuales grises mediante biofiltros para adquirir el grado de Ingeniera Ambiental de la Universidad Técnica de Cotopaxi - Ecuador, tiene por objetivo el mejoramiento de la infraestructura y modelos de gestión de las aguas residuales grises en

el bloque académico de la UA-CAREN. Se aplicó un diseño experimental, de tipo dependiente. Con los resultados obtenidos generan 14.90 m³ del agua residual gris diaria que son descargadas al pozo séptico que emite el bloque académico durante sus 10 horas de trabajo, con un tratamiento previo pueden ser reutilizadas. Mediante los análisis de laboratorio de la calidad de agua se obtuvo que su DBO₅ y DQO son altos en sus resultados en 1027.2 mg/L y 2670 mg/L respectivamente, haciendo comparación con la normativa actual del presente escrito uniforme de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA) exceden en los LMP. En sus conclusiones se buscó generar interés para solucionar problemas presentes en la Universidad y así proyectar la importancia de la reutilización de aguas para ello se ejecutó un sistema de biofiltros con implantación de dos especies de plantas totora y juncos.

El investigador nos da a conocer de alternativas sustentables para el tratamiento del agua desarrollada por VALLADARES et. al (2017) en su artículo de investigación: Adsorbentes no-convencionales, alternativas sustentables para el tratamiento de aguas residuales tiene por objetivo describir brevemente los adsorbentes convencionales para distinguir a los no-convencionales. Siendo una investigación de diseño no experimental de tipo explicativa con enfoque cualitativo. Diferentes los estudios que demuestran que el empleo de materiales naturales como adsorbentes no-convencionales permite reducir la carga orgánica de un efluente contaminado con metales, colorantes, pesticidas y algunos otros compuestos orgánicos denominados emergentes. Se concluye que hasta la fecha, está demostrado que los materiales naturales no convencionales permiten remover eficientemente de agua contaminada: metales pesados, colorantes y algunos compuestos orgánicos, abriendo una ventana de exploración para remoción de contaminantes inorgánicos y de nuevas fuentes materiales naturales a partir de otras especies vegetales. Asimismo, la búsqueda de materiales naturales con aplicación como adsorbentes mediante el cual se produce la remoción de diferentes contaminantes, es un tema que tiene vigencia, y día con día recobra mayor interés, por la importancia que tiene de eliminar por completo las sustancias tóxicas. Asimismo en la indagación realizada en torno al uso de biofiltros que hizo PEÑAFIEL, Rodney et.al (2016) en su artículo de la presente investigación: Eliminación de nitrógeno y contaminación orgánica de agua residual industrial pre tratada en lagunas anaeróbicas mediante un biofiltro de arena, tiene por objetivo eliminación de carga orgánica y nitrógeno del efluente tratado en lagunas anaeróbicas de una extractora de aceite crudo de palma africana, ubicada en la provincia de Esmeraldas, Ecuador. El estudio realizado fue

experimental de tipo aplicativo presentando un enfoque cuantitativo. La remoción de materia orgánica y nitrificación se realizó en intervalos de aireación (8-12 h/d), mientras que la desnitrificación ocurrió en el intervalo de no aireación (12-16 h/d). El sistema operó durante 294 días y se logró una remoción de 41 a 85% de la DQO y 44 a 87% de amonio. Asimismo se obtuvo un 12% de reducción en la concentración de nitrógeno inorgánico total después del intervalo de aireación en comparación con el de no aireación. En conclusión mediante un biofiltro se logró remover materia orgánica y compuestos nitrogenados.

En la presente investigación se han realizado indagaciones entorno al uso de cáscaras para la retención de metales desarrollada por CASTRO, Bismark (2015) en la investigación titulado: Utilización de las cáscaras de fruta de (*Musa paradisiaca*) Maduro deshidratada (seca) como proceso de bioadsorción para la retención de metales pesados, Pb y Cr en cuerpos de aguas contaminadas para obtener el grado de Magister en Impactos Ambientales en la Universidad de Guayaquil - Ecuador. El objetivo general es determinar la capacidad de adsorción que contiene la cáscara de fruta de banano maduro al transformarse en harina el cual presentó una remoción de metales pesados, permitiendo que los parámetros varíen en la dimensión de sus partículas de harina presentes en las cáscaras de frutas como el banano maduro con 845µm, 400 µm y 250µm como también la proporción de polvillo de cáscara de fruta de banano maduro con 10, 15 y 20 g/l respectivamente. Mediante el análisis se elaboró soluciones con diferentes concentraciones de las cuales se adicionaron a estas 50 ppm de Cr

(VI) y 50 ppm de Plomo (II) previamente preparadas, mientras el desarrollo de bioadsorción, se evaluó el pH en un tiempo de cada 8 horas.. Se obtuvo como resultado que el Plomo (II) tuvo un superior porcentaje de bioadsorción de 80% mientras que con un 51.2 % le seguía el Cromo (VI). Para los dos análisis el tiempo de retención fue de 48 horas. Se concluye mediante los resultados y los análisis estadísticos realizados que, a una máxima concentración de cáscara de banano, existe mayor bioadsorción.

En la investigación nos da conocer mediante su indagación de un sistema de biofiltros a base de astillas para tratar aguas desarrollada por SOSA, Dolores (2015), en su investigación titulada: Uso de astillas de madera de mezquite (*Prosopis*) en un sistema de biofiltros para tratar aguas residuales municipales para obtener el grado de maestra en Ciencias de Gestión—México, establece como objetivo determinar un método en biofiltros a escala laboratorio con continuo aire y sin aire lo cual empleará materia de astillas de madera de mezquite que servirán para remover material suspendido, materia orgánica y organismos patógenos en las aguas residuales municipales. Se aplicó un diseño experimental de tipo dependiente.

Utilizando la astilla de mezquite se obtuvo una alta eficacia de exclusión de la carga hidráulica superficial, dándonos: Carga Hidráulica Superficial=1.07 m³m²/ 1 día, (DBO₅=92%), (DQO=78%), (SST=95%) y (CE=637± 38μS) cm⁻¹ , cumpliendo con la normativa. Se concluye que los biofiltros rellenos con astilla de madera de mezquite (Prosopis) muestran una alta eficacia de remoción de contaminantes que se presentan en el agua residual y cumplen con los estándares de la norma para el empleamiento en riego agrícola y a la vez de las áreas verdes siempre y cuando procedan con una Carga Hidráulica Superficial < 1.07 m³m²/ 1 día.

En el estudio nos da conocer mediante la investigación el uso de cáscaras de naranja para la reducción de contaminantes que hizo TEJADA, Candelaria et. al (2015) en su presente artículo de investigación: Absorción de Cr (VI) en soluciones acuosas por cáscaras de naranja (Citrus sinensis) tiene por objetivo la adsorbente de Cr (VI) en soluciones acuosas mediante el uso de cáscara de naranja (Citrus sinensis). El estudio realizado fue experimental de tipo aplicativo presentando un enfoque cuantitativo. En la investigación realizada se presentó una remoción de 66.6% de Cr (VI) con los residuos de cáscaras de naranja en un periodo de tiempo de 120 min. Mediante la isoterma de Langmuir el fenómeno fue descrito para, mostrar la capacidad de adsorción de 16,66 mg/g. Se desarrolló la cinética seguida del comportamiento de adsorción de pseudo-segundo orden. Se concluye que las condiciones más favorables para la adsorción de iones de Cr (VI) sobre cáscara de naranja se dieron a pH de 3 y un tamaño de adsorbente de 0,425 mm, por lo cual se comprobó que estas podrían ser usadas para remover Cr (VI) de aguas residuales de las curtiembres y otras industrias.

En el estudio realizado en torno a la biofiltración con el que hizo VELÁZQUEZ, Jennifer (2015) en su investigación titulada: Elaboración de un sistema de biofiltración de cromo (VI) en agua, utilizando alote de maíz de la Universidad de México, tiene como objetivo la bioadsorción de Cr (VI) mediante el proceso existente en elementos sintéticos, empleando un sistema de filtro biológico utilizando alote de maíz. El estudio realizado fue experimental de tipo aplicativo presentando un enfoque cuantitativo. Se concluye que el alote de maíz presenta gran capacidad para disminuir el Cr (VI) a Cr (III) a mediante la oxidación y no por adsorción.

Según el estudio realizado en las indagaciones entorno a la eficiencia de remoción que realizó VIZCAÍNO, Luis (2015) en su presente artículo titulado como: Biosorción de Cd, Pb y Zn por Biomasa pre tratada de algas rojas, cáscara de naranja y tuna presentapor objetivo

de disminuir su concentración mediante un sistema para determinar la remoción utilizando algas rojas como, biomasa de las cáscaras de naranja (*Citrus* sp.) y la de tuna guajira (*Opuntia* sp.). Siendo una investigación de diseño experimental de tipo aplicativo y con enfoque cuantitativo. Para determinar la eficiencia de remoción de los metales (Cd, Pb y Zn) se utilizó un reactor de flujo continuo que presenta una columna fija con un volumen líquido de (400 mL, 75 g) que presenta biomasa en las cáscaras y mediante tiempos de retención promedio de 1 y 2 h se realizaron las determinaciones. Se obtuvieron como resultados eficiencia de las tres biomásas de cáscaras para remover los metales Cd y Pb, con promedios mayores al 95%, sin embargo el Zn obtuvo mayor porcentaje de remoción de (62%) al emplear tuna modificada como adsorbente para tratar las aguas. Se concluye que las especies de Algas rojas poseen biomásas de *Citrus* sp y *Opuntia* sp que tienen la propiedad de remover metales mayores al 60% como el de (Cd y Pb) sin presentar modificaciones químicas mientras que su propiedades para reducir el Zn se encuentra por debajo del 50% en ausencia del pre-tratamiento.

Para la siguiente investigación se han realizado indagaciones en torno a la eficiencia de biofiltros desarrollada por DULCHICELA, Viviana (2014), en su investigación titulado: Determinación de eficiencia de especies vegetales: Totorá - Achira implementadas en biofiltros para agua de riego en Punín,- Ecuador, establece tiene el objetivo especificar la eficacia de la variedad de la planta como las especie Totorá y la especie Achira ejecutadas en un sistema de biofiltración para reutilizar aguas grises para regadío originadas en las congregación Chulcuna Centro y Alto pertenecientes a Punín. Se aplicó un diseño experimental del tipo dependiente. En sus resultados, la Totorá es más eficiente que la Achira en un 3.34%, en la remoción de PO₄ en cambio, la Achira es presenta mayor eficiente en la remoción del DBO₅ en un porcentaje del 5.95% y en la reducción de cargas microbiológicas de coliformes fecales. Se concluye que la Achira, es la especie que presenta una remoción mayor de carga contaminante presentando una eficiencia de 8.5% mientras que la totora a escala de laboratorio presenta una eficiencia en un 3.2%.

Mediante el análisis de la presente investigación nos refiere el uso de cascara de banano para descontaminar aguas desarrollado por GAMARRA, Fernando (2014), en su investigación titulado como : Evaluación del uso de cáscaras de banano (*Musa paradisiaca* sp.) para la descontaminación del agua con metales pesados de la cuenca de Milluni – La Paz en la Universidad Mayor de San Andrés Bolivia – La Paz, establece el objetivo de determinar el uso de cáscaras de banano para desinfectar el cuerpo de agua que contiene

presencia de metales pesados del cauce de Milluni. Se aplicó un diseño experimental aleatorio. Se concluye que la cáscara de banano sirve para efectuar la descontaminación del agua con metales pesados ya sea el plomo, el hierro y manganeso, pero hay que tomar en cuenta que la cáscara de banano y su fruto en su composición tienen hierro y manganeso, lo cual podrían ser más solubles en agua pero menos contaminantes ya que pueden ser utilizados como abono para las plantas.

Según PAYÁN, Sergio (2014) en su trabajo de investigación titulado Estudio y diseño de biofiltro a partir de materia orgánica para el tratamiento de los cuerpos de agua, en el Centro de investigación en materiales avanzados – México. Tiene por objetivo Seleccionar materiales biológicos a estabilizar, en base a la identificación de sus propiedades naturales para la remoción de diferentes tipos de contaminantes. Es de tipo experimental, en sus resultados señalo que la cascara de naranja redujo la concentración inicial de 4.5 mg/L del Cobre a 1.25 mg/L con una remoción de 72 %, asimismo ocurrió con el metal Zinc que tuvo como concentración inicial de 3.57 a 0.12 mg/L con una remoción de 68%. Asimismo en la indagación del presente estudio nos refiere al uso de cascara de naranja desarrollada por AGUILAR, (2018), en su trabajo de investigación titulado: Evaluación de la cáscara de naranja (*Citrus cinensis*) como material adsorbente natural de ion metálico Cu (II) en la Universidad Nacional San Agustín. Esta tesis presentó el objetivo determinar la capacidad de adsorción de Cobre de la (*Citrus cinensis*) .Esta tesis fue de tipo experimental. Sus resultados mostraron que la cáscara de naranja presenta una absorción de (35.6447% de remoción y 3,0 para cáscara de naranja de absorción (*Citrus cinensis*)- Huando con 25.7296%.Se concluye que la naranja de jugo removió en un mayor porcentaje.

La base teórica de la investigación tiene como primer lugar definir el concepto cascara de plátano para decir metales según PALACIOS, Alexander (2014) en su investigación titulada: Determinación del nivel de filtración que tiene la cáscara de plátano, para reducir metales pesados presentes en agua residual en la empresa WEATHERFORD, Cantón Francisco de Orellana, provincia de Orellana, periodo 2014 para obtener el grado de ingeniero ambiental de la Universidad Técnica de Cotopaxi - Ecuador ,tiene por objetivo determinar el nivel de filtración que tiene la cáscara de la fruta de plátano para disminuir metales pesados presentes en recurso agua, específicamente: Bario, Cadmio, Cromo, Plomo, Níquel y Vanadio. El estudio realizado fue experimental de tipo aplicativo presentando un enfoque cuantitativo. Se concluye que la cáscara de un plátano de tamaño promedio (banana) pesa

aproximadamente 50g y después de someterla a deshidratación con una temperatura de 60°C en autoclave se puede obtener alrededor de 10g de cáscara micropulverizada, que es equivalente a proporción estimada de 5ml que sirven para descontaminar medio litro de agua. Al utilizar una proporción de 10ml de cáscara micropulverizada para filtrar un litro de agua contaminada con metales pesados, se logró la reducción del 70% en Bario, el 93.62% en Cadmio, el 90.99% en Plomo, el 93.82% en Níquel y el 65.52% de reducción de Vanadio.

Por otro lado en la investigación realizada cuenta del uso del biofiltro desarrollada por VICENTE (2014) en su investigación que tiene como título : Propuesta de diseño de un sistema de biofiltro para el tratamiento de aguas residuales producidas en la central termoeléctrica Sacha de la unidad de negocio Termopichincha – CeleCep, de la Universidad Tecnológica Equinoccial que presenta el objetivo diseñar un biofiltro mediante un sistema para la recuperación mediante el tratamiento de sus aguas residuales ubicado en la Termoeléctrica Sacha de la Unidad de Negocio Termopichincha. El estudio realizado fue experimental de tipo aplicativo presentando un enfoque cuantitativo. En sus resultados dieron a conocer la eficiencia en remoción con el biofiltro de viruta es del 53.53 % y se encuentra fuera del cumplimiento de la norma, y el segundo biofiltro se obtuvo una eficiencia con fibra de coco de 82.37 % y se encuentra dentro de la norma permisible para el sector termoeléctrico. Se concluye que los cambios físicas, químicas y biológicas del cuerpo hídrico residual tratada en la Central Sacha en el biofiltro experimental 2 (empaque de fibra de coco), de acuerdo a los informes de laboratorio, los parámetros medidos alcanzaron valores permisibles que se rigen en la norma ambiental vigente para el sector termoeléctrico como: pH = 6.9, SST = 40 mg/l, ST = 603 mg/l, Cloro = 0.1 mg/l, Colonias = 1 a105 NMP/100 ml, , DQO = 174 mg/l, DBO5= 23 mg/l, Hierro = 0.19 mg/l, demostrando alta eficiencia de tratamiento de acuerdo a lo esperado en la investigación.

En la indagación realizada en torno a uso de biofiltros en aguas con el que hizo VIGUERAS, Juan (2012), en la investigación que lleva por nombre : Innovación tecnológica para tratamiento de aguas residuales domésticas con biofiltros orgánicos – México, establece como objetivo renovar mediante una tecnología para el procedimiento de tratar el agua residual doméstica a base de biofiltros rellenos con residuos de fibras de agave proveniente de la industria del mezcal, cuyo propósito es realizar efluentes que cumplan los estándares nacionales e internacionales para el uso de riego agrícola y áreas verdes. Se aplicó un diseño experimental de tipo dependiente. Sus resultados se calcularon mediante la remoción del

cuerpo biológico mediante tres biofiltros, en la que cada biofiltro tendrá relleno de fibras de agave (4, 8 y 12) separaciones en la columna del biofiltro, los cuales se ejecutaron en 2 sucesiones, la primera con presencia de aireación contracorriente mediante la corriente de flujo del agua y la siguiente sin aireación. Al comienzo se propuso experimentar con una velocidad de aireación de $0.62 \text{ m}^3\text{m}^2/\text{día}$ y la siguiente con una velocidad pero sin aire, con 5 cargas hidráulicas 0.27, 0.54, 0.80, 1.07 y $1.34 \text{ m}^3\text{m}^2/\text{día}$. Se concluye que los biofiltros colmatados con fibra de agave tuvieron una alta eficacia en la remoción de la DBO5 para capacidades hidráulicas visibles de hasta $0.80 \text{ m}^3 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$, y los efluentes cumplieron con las normativa vigente internacional (USA-EPA 2004) y la norma mexicana (DOF 1998) para el uso de riego agrario y a la vez la de las áreas verdes.

Para el siguiente estudio se han realizado las indagaciones en torno a los biofiltros desarrollada por QUISPE, Andrea (2018), en su investigación titulada: Evaluación de la eficiencia entre dos sistemas de biofiltros para el tratamiento de las aguas residuales domésticas de la localidad de Carapongo, Lurigancho - Chosica de la Universidad Nacional Federico Villarreal, presenta como su objetivo diagnosticar la eficacia entre dos sistemas pilotos de biofiltros para el procedimiento de tratar aguas sobrantes (residuales) por el análisis riguroso de parámetros fisicoquímico y microbiológico a fin de mejorar su calidad en la localidad de Carapongo– Lurigancho, Chosica. La investigación se realizó mediante un diseño experimental de tipo aplicativo, con enfoque cuantitativo y el método de la investigación científica fue empírico de muestreo no probabilístico. Los resultados adquiridos de los siguientes parámetros medidos y evaluados de (SST), (DBO5), Nitrato (NO_3), Nitrito (NO_2), Fosfatos (PO_4) y Coliformes Termotolerantes (CT) fueron registrados por un periodo de 5 semanas (Mayo - Julio del 2016). Se analizaron 25 muestras en total de los puntos de muestreo M1, M2, M3, M4 y M5 llegando a las siguientes conclusiones: el Sistema de biofiltro 1 es más eficiente en la remoción de SST, DBO5 y CT con valores de 95.71%, 91.55% y 99.87% respectivamente. Se concluye que de los dos sistemas pilotos planteados de biofiltro (SB1 y SB2), el primero (SB1), complejo por un canal de desbaste, tanque séptico, seguido por un humedal de flujo subsuperficial vertical y un humedal de flujo superficial, mientras el segundo (SB2), comprendido por un canal de desbaste, tanque séptico, seguido por un lombrifiltro y un humedal de flujo superficial. Las especies empleadas en el humedal subsuperficial fueron *Cyperus papyrus* y *Alocasia macrorrhiza*, mientras en el humedal superficial se utilizó la especie *Eichhornia crassipes*. Cabe resaltar que, por fines prácticos, el canal de desbaste y el tanque séptico.

En la presente investigación se han realizado estudios en torno al uso de biofiltros desarrollado por FIGUEROA, Johana (2018) en la investigación titulada: Biofiltros con *Furcraea andina* y *Eucalyptus globulus* para mejorar la calidad del efluente de la piscigranja de Acopalca - Ancash - 2018 de la Universidad César Vallejo, presenta el objetivo diagnosticar la condición química que presenta el efluente ubicado en la piscigranja de Acopalca luego de someterla a los biofiltros con filamento de cabuya y el biofiltro con astilla de madera de eucalipto. Esta tesis es una investigación experimental de tipo aplicativo con enfoque cuantitativo. Como productos obtenidos en el biofiltro conglomerado de cabuya presentando una eficacia en remoción y disminución de DBO₅= 77.03%, DQO 68.95%, NH₄= 76.25%, NO₃= 77.04%, NO₂= 86.86%, durante la eficacia del biofiltro conglomerado con astillas de eucalipto tuvo una eficacia de remoción de DBO₅= 75.07%, DQO= 68.19%, NH₄= 77.04%, NO₃= 78.31%, NO₂= 86.52%. En sus conclusiones, luego de usar los biofiltros con conglomerados de fibras de cabuya y el segundo con astillas de madera de eucalipto, se alcanzó mejorar el efluente de la piscigranja de Acopalca, ya que disminuyó la concentración de los parámetros químicos.

En indagación basada en el estudio en torno a la eficiencia de uso de biofiltros por CHÁVEZ, Julio (2017), en la investigación titulada: Eficiencia de un biofiltro en la reducción de carga orgánica de un efluente industrial en la ciudad de Celendín de la Universidad Nacional de Cajamarca, presenta el objetivo evaluar la eficacia que presenta en la remoción de contaminantes presentes en el agua como la carga orgánica mediante un sistema de biofiltro, el estudio realizado fue experimental de tipo aplicativo presentando un enfoque cuantitativo. Sus resultados conseguidos antes de ingresarlo al biofiltro y después de pasar por el mismo se halló una reducción en DQO con un porcentaje de 92%, el cual toma como parámetro primordial de la investigación realizada. A la vez, también se ha realizado el estudio de DBO₅ donde se halló una reducción del porcentaje de 94%, mientras que en los aceites y grasas presentes se obtuvo un 96%, en los sólidos sedimentables un porcentaje de 96% y por último en el OD aumentó en un 59%. Se concluye que la eficacia en los biofiltros presenta una remoción mayor al 50% de la presente carga orgánica de la industria.

En su indagación realizada de estudios en torno al uso de biofiltros por IZQUIERDO, Magaly (2016), en su investigación como título: Efecto de un biofiltro de piedra pómez en la remoción del material orgánico del efluente agroindustrial Casa Grande de la Universidad

César Vallejo, tiene por objetivo diagnosticar el resultado de un biofiltro que podría dar el uso de la piedra pómez para la disminución de contaminantes de materia orgánica de la industria agroindustrial ubicado en casa grande. El estudio realizado fue experimental de tipo aplicativo presentando un enfoque cuantitativo. En sus resultados la remoción de la materia orgánica que presenta los resultados fue de 3437mgO₂/la 250 gr de levadura y 750 gr de piedra pómez lo cual un biofiltro de lecho utilizando piedra pómez de 750g y levadura de 250g presenta mayor disminución del material orgánico, pero como menor porcentaje se obtuvo la del biofiltro por lecho de piedra pómez de 250g y 150g de levadura, obteniendo un promedio de solo 930 mg O₂/L hay una variación ascendente de la DQO, y por ello se demuestra la disminución del material orgánico ascendentemente.

Por la siguiente investigación y los estudios entorno a la eficiencia de remoción por biofiltros desarrollado por CORNEJO (2015), en su investigación titulada: Determinación de la eficiencia de remoción de la DBO₅ de agua residual doméstica mediante la utilización de un biofiltro de piedra pómez de la Universidad Nacional de Trujillo, presenta por objetivo diagnosticar la disminución del DBO₅ del cuerpo de agua residual de uso doméstico que se vertería en un biofiltro que contendría piedra pómez. La investigación es de diseño experimental del tipo dependiente. Sus resultados obtenidos de la disminución del DBO₅ = 73.79%, pH = 34.55% y ST = 85.65%, indicaron así una mayor eficacia del método para la remoción de cargas orgánicas que se encuentran en el agua. Se concluye que el biofiltro de lecho filtrante evidenció ser eficiente en la reducción de la DBO₅ en agua residual doméstica ya que se obtuvieron una eficacia promedio en su reducción en 73.79%.

En siguiente indagación entorno uso de biofiltros por CASTILLO, Javier (2014) en su investigación titulada: Remoción de sulfuro de hidrógeno utilizando un biofiltro percolador con media de arcilla expandida para obtener el grado académico de Maestro en Ciencias con mención en Tratamiento de Aguas y Reúso de Desechos de la universidad Nacional de Ingeniería tiene el objetivo la determinación de remoción H₂S mediante la eficiencia de un biofiltro percolador con arcilla expandida en la estación de bombeo desagües en Villa El Salvador. El estudio realizado fue experimental de tipo aplicativo presentando un enfoque cuantitativo. Los resultados obtenidos demostraron que la operación del biofiltro percolador con flujos de ingreso entre 572 a 662 m³/1 día, tiempo de contacto de gas de 11 a 12.8 segundos y cargas másicas entre 2.28 y 10.41 g.m³/1 día permitieron una remoción constante de H₂S de 99.66% ± 0.18, independiente de las variaciones en la concentración de ingreso .se concluye que la arcilla es un material poroso con alta capacidad de absorción de agua.

En la siguiente investigación desarrollada se han realizado estudios en torno a la eliminación de Metales desarrollada por MALIK et. al (2017) en el artículo: Removal of heavy metals from emerging cellulosic low-cost tiene como objetivo dar a conocer las diferentes formas de materiales celulósicos utilizados como adsorbentes. Ser un artículo explicativo no experimental con un enfoque cualitativo. Las propiedades elementales de los materiales celulósicos también se discuten junto con sus contenidos de celulosa, hemicelulosas y lignina. La eficacia del material lignocelulósico como adsorbente de la solución acuosa se debe a la afinidad entre la molécula de agua y los componentes de la pared celular. Estos materiales son muy porosos y tienen una gran área de superficie. En bioadsorbentes como la cáscara, el coco, la fruta de bael, la nuez de anacardo, el aceite de palma, el trigo y la madera de manzana, muchos otros son usados para la disminución o eliminación de varios metales pesados. La biosorción de iones Pb (II) utilizando cáscaras de avellana y cáscaras de almendra se estudió el experimento por lotes. Se concluye que la mayoría de los adsorbentes celulósicos aplicados al secuestro de metal mostraron una capacidad de adsorción eficiente. Por lo tanto, estos materiales pueden servir como alternativa a los disponibles en el mercado de los carbones activados.

En la investigación desarrollada se han realizado las siguientes indagaciones entorno a uso de un biofiltro desarrollada por MAJUMDER, Subhajit (2016) con su artículo: Application of a hybrid biofilter column for the removal of Cr (VI) from aqueous solution using an indigenous bacterial strain *Pseudomonas taiwanensis* cuyo objetivo es determinar la eficiencia de la eliminación de Cr (VI) mediante la aplicación de Un biofiltro híbrido a escala de laboratorio. Ser un artículo de diseño experimental de tipo de aplicación y con un enfoque cuantitativo. En el presente estudio, se diseñó y fabricó una columna de biofiltro a escala de laboratorio. Estaba empacado con una mezcla de carbón y compost como medio de empaque. La operación de biofiltración completa se dividió en cinco fases (I a V) durante un período de 63 días. La columna de biofiltro se sometió a condiciones de carga de choque durante 20 días inmediatamente después de 63 días de operación. La máxima eficiencia de remoción del 89.4% se obtuvo durante la fase V para una concentración de entrada de Cr (VI) de 40 mg L⁻¹. Durante la carga de choque, se obtuvo una eficiencia máxima de eliminación del 90% para 48.5–50 mg L⁻¹ de la concentración inicial de Cr (VI). Se concluye que el

procedimiento de eliminación propuesto del medio de biofiltro ofrece una nueva perspectiva para la eliminación segura de cromo y biomasa.

Según el estudio se han realizado las siguientes indagaciones en torno al uso de desechos de maracuyá para la eliminación de metales realizada por CAMPOS, Gaby (2018) en su artículo: Adsorbent material based on passion-fruit wastes to remove lead (Pb), chromium (Cr) and copper (Cu) from metal-contaminated waters su objetivo fue de evaluar la factibilidad de La biomasa de la cáscara de la fruta de la pasión como material adsorbente para eliminar los metales pesados de las aguas contaminadas. Ser un artículo de diseño experimental de tipo de aplicación y con un enfoque cuantitativo. Se utilizaron modelos, compuestos por agua destilada y el metal correspondiente: plomo (Pb), cromo (Cr) y cobre (Cu), con una dosis de 10 g de biomasa seca por litro de medio. La concentración residual de cada metal se determinó mediante espectrofotometría de absorción atómica. Este desperdicio agroindustrial exhibió una buena capacidad de adsorción, logrando niveles de eliminación de 96, 93 y 82% para Pb, Cr y Cu, respectivamente. Nuestros resultados sugieren que los iones de Pb, Cr y Cu pueden eliminarse en más del 80% al usar este desecho agroindustrial, que con un tratamiento mínimo podría usarse como material adsorbente.

En la siguientes indagaciones de su presente investigación en torno al uso de la cascara de plátano por PORTILLA, Hans (2016) en su investigación titulada : Tiempo de contacto de la cascara de *Musa sapientum* (plátano) y su tamaño de partícula sobre el pH y la adsorción de Pb y Zn en las aguas residuales de laboratorios de análisis químico para el grado de Magister en Gestión de Riesgos Ambientales y Seguridad en las Empresas de la Universidad Nacional de Trujillo presenta el objetivo de disminuir los niveles de contaminación por metales pesados (Pb y Zn) reduciendo la concentración en las aguas residuales de laboratorio ,mediante tratamientos de aguas con cáscara de plátano pulverizado. El estudio realizado fue experimental de tipo aplicativo presentando un enfoque cuantitativo. Se empleó la cáscara de fruta de plátano (*Musa sapientum*) para el tratamiento de aguas del laboratorio, se logró reducir los niveles de concentración inicial de Pb y Zn de 1,759 y 12 mg/L o ppm respectivamente hasta 0,337 y 4,103. Después de tratar el agua residual de laboratorio químico usando la cáscara de plátano (*Musa sapientum*) los porcentajes de remoción en el caso del Pb a malla 100 (0,147mm) fue de 71,86% y de Zn 56,04% con respecto a la malla 200 (0,074mm) los porcentajes de remoción para el Pb 86,64% y de Zn 65,79%, se concluye que este tratamiento es factible, viable y de bajo costo económico para eliminar metales pesados.

En la presente investigación en torno a uso de biofiltros desarrollado por SICCHA, Ana (2014) en su investigación titulada: Diseño de un biofiltro a base del alga roja cochayuyo (*Chondracanthus chamissoi*) para la remoción de cromo de efluentes de la industria del curtido de la Universidad Nacional del Callao presenta por objetivo diseñar un biofiltro a base de alga eficaz para la disminución de Cr mediante su remoción. El tipo de investigación es experimental considerado también de intervención, prospectivo, longitudinal analítico porque caracteriza los resultados de biosorción de muestras de algas en su contenido de plomo, cromo y cadmio de una solución patrón como grupo control. Del rango de pH evaluado, donde se observó que los mejores resultados ocurren a pH 6 para Cr, donde cerca 39% del Cr fueron removidas respectivamente en el proceso. Dando una capacidad de adsorción 2, 10, 20 mg•g⁻¹ para el Cr se concluye la capacidad máxima de adsorción del Cr fue 107.5 mg de /g de alga.

En esta parte se abordará definiciones y características de cada una de las variables a estudiar dado que se consideran fundamentales para el entendimiento integral del presente.

Según SUSTENTÁVEL, (2014) la Cáscara de Banano (*Musa paradisiaca*) presenta una idoneidad para remover contaminantes presentes en el recurso hídrico (metales pesados) con un gasto económico realmente bajo mediante procedimientos como el secado por tres semanas para luego moler adquirir un polvo muy menudo. Esta explicación se da por estudios realizados de los principios básicos de la física-química ya que los polos opuestos, tienden a atraerse puesto que la cáscara de banano tiene un mayor número de moléculas que presentan una carga negativa como las siguientes carbonil, carboxil, sulfidril, fosfato e hidroxil. Asimismo la CONFERENCIA DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE COMERCIO Y DESARROLLO (2010) señala que los orígenes del banano provienen del Sureste Asiático, ya que es un árbol frutal que se siembra desde hace 10 000 años y cuyas investigaciones dieron a conocer que se encontraron en Papúa Nueva Guinea en el siglo VII

a. C.1. Esta herbácea gigante, es de la clase de las monocotiledóneas y a la familia de las musáceas, de origen salvaje y se multiplica mediante granos.

Por otro lado MONTANHER et. al (2015) indica que la capacidad de los residuos lignocelulósicos permite adsorber iones de los metales pesados del cuerpo de agua permitiendo desarrollar una adecuada tecnología eficiente, limpia y económicamente accesible.

Según ALVARADO GÓMEZ (2013) indica que la Composición de la Cáscara del Banano tiene propiedades de retención, ya que al ser molida tiene la capacidad de separar iones de metales pesados de cuerpos de agua debido a la lignina que son aquellos polímeros insolubles, que contienen un elevado peso molecular, que surge de la cohesión de varios ácidos y alcoholes fenil propílicos cumarílico, coniferílico y sinapílico que al agruparse en forma aleatorio de los radicales de estructura tridimensional, polímero amorfo, peculiar de la lignina que es aquella que permite transformar el 90% de su almidón en azúcares y posee una fibra de 13% en base seca entre sus primordiales elementos en su composición encontramos las siguientes tabla 1 :

Tabla 1: *Característica Química de la Cáscara de Banano*

Componentes	Cáscara de plátano (% base seca)
Almidón	39,89
Humedad	89,1
Hemicelulosa	14,8
Celulosa	13,2
Lignina	14
Magnesio	0,16
Calcio	0,26
Cenizas	1,37

Fuente: CCENCHO, S. (2018).

Según RENTERÍA (2014).señala que la Cáscara de Maracuyá (*Passiflora edulis*) es un árbol frutal tropical llamada Maracuyá que se extiende en forma de enredadera y que proviene de la familia de las Passifloras, de la que encontramos alrededor de 400 variedades. Este frutal es originaria de Perú, ya que encontramos dos variedades o formas que son las siguientes y se diferencian por: la púrpura o morada (*P. edulis*) y la amarilla (*Passiflora forma flavicarpa*). La primera variedad, crece en climas cálidos y a mayor altura esta la podemos consumir en fresco pero la segunda variedad también crece en climas cálidos, pero teniendo en cuenta el nivel del mar hasta 1000 m de altitud.

Por otro lado VEJARANO (2018) indica que la cáscara de maracuyá puede remover metales pesados como el plomo, cromo y cobre de aguas contaminadas, revela un estudio desarrollado que tuvo como resultados una alta capacidad de remoción, especialmente la cáscara de maracuyá, alcanzando niveles de 96%, 93% y 82% para el plomo, cromo y cobre, respectivamente.

Según la UPN, 2018 indica que la Composición Química de la Cáscara de maracuyá tiene un contenido rico en polímeros como lignina, celulosa y pectina, que son capaces de retener los iones metálicos a través del mecanismo de adsorción química ver Tabla 2 y Tabla 3.

Tabla 2. *Composición química de maracuyá*

Variable	(%) En base seca
Extracto libre de nitrógeno (ELN)	44,53%
Calcio	0,37%
Fósforo	0,12%
Celulosa	26,72%
Hemicelulosa	9,11%

Fuente: Luna, 2015

Tabla 3. *Composición de la cáscara de maracuyá*

Parámetros	Resultados
Materia seca	87,50%
Materia Orgánica	91,43%
Proteína	7,70%
Cenizas	8,57%
Grasa	2,87%
Fibra	39,74%

Fuente: Luna, 2015

Asimismo TAPIA, José y VILLAVICENCIO, Álvaro (2014) señala que los Biofiltros son conocidos como filtro biológico, ya que es capaz de eliminar contaminantes que se encuentran en el cuerpo de agua o llamados más bien como los efluentes, por lo cual es una tecnología amigable con el medio ambiente y a la vez económico.

Según GARZÓN, Marco y MOELLER, Gabriela (2011) indica que los factores que tienen importancia en un biofiltro es el tiempo de retención hidráulica, seguido de la altura y su caudal de ingreso, lo cual considera que su altura debe ser 1 m > a la escala real del , haciendo eficaz y operando en sus procesos de retención hidráulica puesto el contenido que está dentro del biofiltro hace que se reduzca los contaminantes .Estos biofiltros para que tengan una mayor eficiencia estar sometidos a estas características que se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4: Características físicas del biofiltro:

Caudal (Q)	$Q = \frac{V}{T}$ <p><i>V = Volumen en mililitro</i></p> <p><i>T = Tiempo en segundo</i></p>
Altura (H)	$L = \frac{V_R}{\pi D^2}$ <p><i>Donde el volumen del biofiltro es expresado en cm³ y la longitud se expresa en cm.</i></p>
Área del biofiltro (AB): Las medidas del área tienen que ser cm ²	$A_B = 2. \pi. r. (H + r)$ <p><i>H = Altura del biofiltro</i></p>
Volumen del biofiltro (VR): Se considera el tiempo de retención hidráulica y el caudal	$V_B = TRH . Q$ <p><i>THR = Tiempo de retención hidráulica</i></p> <p><i>Q = Caudal</i></p>
Tiempo de Retención Hidráulica (TRH)	$TRH = \frac{V_B}{Q}$ <p><i>THR = Tiempo de retención hidráulica</i></p> <p><i>Q = Caudal</i></p>

Fuente: Figueroa, 2018

Eficiencia de remoción de contaminantes

Los biofiltros presentan la capacidad para la remoción de contaminantes.

$$\% \text{ Remoción del metal} = \frac{Ci - Cf}{Ci} \times 100$$

Asimismo PARI, Julián (2017) señala que las **Aguas contaminadas** causan alteración en el recurso hídrico modificando los parámetros físicos químicos y biológicos debido a las actividades realizadas por el ser humano indiscriminadamente y el crecimiento industrial que se ha dado a su vez la naturales es uno de los factores que, también modifican los parámetros del recurso mediante condiciones climáticas y geológicas del recurso hídrico.

Según MASÓN, Gabriel (2014) indica que los Contaminantes del agua tienden a tener microorganismos por la carga orgánica presenta en el agua que al entrar en contacto con el recurso hídrico altera sus propiedades naturales provocando problemas en la salud al entrar en contacto directo o al ser ingerida provocan diferentes infecciones y afecciones a la salud por las excretas que de los cuerpos hídricos contaminados. Por lo cual se disminuye las concentraciones iniciales presentes en las primeras etapas que se realiza el proceso de tratamiento del cuerpo de agua previniendo posibles afecciones o enfermedades como cólera, hepatitis, etc.

Asimismo CARRANZA, Alán (2012) señala que los residuos sólidos en la actualidad son las fuentes principales de contaminación del recurso hídrico dañando al medio ambiente. Según PANAMÁ, Carlos (2010) indica que los residuos al ser transportados mediante su flujo constante desde el inicio hacia su depósito final que causan cambios en las propiedades del agua al ser expuestas.

Según GARCÍA, Eduardo (2014) señala que las Fuentes de contaminación se dan de dos maneras: la primera que son fuentes propias de la naturales que se dan por lugares que atraviese el recurso hídrico , ya que pueden presentar cambios por diferentes componentes del suelo ,atmosfera como las sales minerales, calcio, que presentan en exceso en algunos lugares etc. Sin embargo también están las fuentes artificiales que se producen por el crecimiento y desarrollo industrial que son causas antrópicas y las más perjudiciales que exponen la salud humana y deterioran la calidad del agua y del medio ambiente. Asimismo MINAM, (2017) indica que los Estándar de Calidad Ambiental son IGA que presentan los

respectivos parámetros del recurso hídrico con las concentraciones, para que toda empresa que cause alteraciones al cuerpo de agua pueda subsanar mediante medidas mitigación para dicho contaminante y no ocasionando daños a la salud y al ambiente. Anexo 1

Según DIGESA (2015) los Parámetros químicos son aquellos que tienen la capacidad de disolver diversas sustancias al entrar en contacto con el cuerpo de agua, las cuales son indicadores de calidad del agua y los clasifica en los parámetros químicos inorgánicos son todos aquellos metales que se localizan en el agua que en valores superiores a los tolerables según los ECAS para cuerpos de agua ocasionan desde lesiones leves hasta problemas oncológicos, entre estas tenemos:

Asimismo LOZANO, Antonio (2013) señala que el Potencial de hidrógeno (pH) mediante este parámetro se podrá determinar si el cuerpo de agua es ácido o alcalino, la cual evalúa la suma de iones hidrógenos presentes en el cuerpo de agua, siendo un parámetro de calidad en aguas, su instrumento de medición es el pHmetro. El procedimiento para medición del pH es el electrométrico, en la cual se registran los procesos de los iones hidrógenos de un electrodo sensible o de vidrio y un electrodo estándar o de referencia permitiendo que el pH restrinja los usos del cuerpo de agua de acuerdo al uso que se proporcione además de la efectividad tóxica de algunos metales y compuestos químicos.

Según ROMERO, Luis (2015) indica que los Metales Pesados son todas las sustancias gran peso molecular presentes en el medio ambiente, que proporcionan beneficios al desarrollo humano y se pueden usar de diferentes maneras, sin embargo sin un adecuado manejo presentan efectos negativos para el medio ambiente y para misma salud por la toxicidad que posee cada metal. Asimismo LOZANO, Edwin (2014) señala que el Cobre es un metal rojizo que se encuentran en las rocas, suelos o flora y fauna que posee la característica de ser uno de los mejores conductores de electricidad. Por ello también se tiene; el cobre pre-fabricado que lo podemos encontrar en alambres, cables eléctricos y en aleaciones metales con otros compuestos con valores a 0.1 mg/L superando estos valores provocan enfermedades al ser humano como las siguientes gastrointestinales, úlceras entre otros. Según NORDBERG (2014) indica que el metal Zinc está distribuido en el ambiente y tiene un porcentaje de 0,02 % de la corteza terrestre. Este metal a grandes cantidades pueden causar daños en la salud (anemia, úlceras al estómago, etc.), como también estas concentraciones se encuentra asociado con minerales que contienen Cr u otros sulfuros. Desde el proceso investigativo, se plantea la siguiente problemática, en el cual el Problema General: ¿Cuál será la eficiencia de

biofiltros a base de cáscaras vegetales para reducir metales pesados en aguas del río Chillón? asimismo se plantea los Problemas Específicos: ¿Cuál será la concentración óptima con el biofiltro a base de cáscara de maracuyá para reducir metales pesados en aguas del río Chillón? ¿Cuál será la concentración óptima con el biofiltro a base de cáscara de plátano para reducir metales pesados en aguas del río Chillón?, ¿Cuál será la concentración óptima con el biofiltro a base de cáscara de maracuyá y plátano para reducir metales pesados en aguas del río Chillón? ¿Cuál será el tiempo óptimo entre los tres biofiltros a base de cáscaras vegetales para retener contaminantes en aguas río Chillón? y ¿Cuál será la reducción del cobre y zinc en aguas del río Chillón entre los biofiltros a base de cáscaras vegetales?

Justificación del estudio: el presente trabajo de investigación es importante, desde el punto de vista de conveniencia, no existe ningún trabajo que hayan realizado biofiltro a base de cáscara de maracuyá y menos con una mezcla a grande escala para reducir metales pesados como el cobre y zinc en aguas del río Chillón, así se podrá saber si reduce la concentración utilizando las cáscaras de vegetales como estratos a diferentes concentraciones para reducir metales. En lo Social en la investigación tiene un aporte para la población aledaña, como también zonas alejadas de la serranía donde el agua tratada puede ser vertida a su cauce original sin afectar el ambiente acuático, ya que luego del empleo de los biofiltros se podrá conseguir que el agua cumplan con el ECA de la categoría 4 lo cual permitirá minimizar el impacto ocasionado por vertidos en el cauce del río Chillón, por el contenido de metales pesados para así evitar la contaminación de nuestras especies marinas que entran en contacto con las aguas. Así mismo en lo Ambiental se podrá determinar la aplicación de los biofiltros con rellenos naturales si son un mecanismo sustentable en tecnología que permite cumplir con los estándares establecidos, para aguas ya que es un método ecológico que no genera olores molestos ni mayores cantidades de lodos sino por lo contrario elimina olores y reduce contaminantes, puesto que el empaque orgánico va a generar un subproducto lo cual va hacer reaprovechado como abono en los cultivos. Por último en lo Económico el estudio de indagación se busca demostrar la eficiencia de los biofiltros con rellenos naturales lo cual no requiere grandes inversiones económicas, ya que son fáciles en su realización y creación permitiendo obtener capacidades que reduzcan a una quinta parte lo de una planta tradicional, ya que es una tecnología sustentable lo cual proporciona un mecanismo alternativo para el tratamiento de los efluentes de manera que se mitiguen los efectos sobre el ambiente acuático reduciendo los parámetros estudiados y en lo Teórico la implementación de los biofiltros a base de cáscaras de vegetales , es una forma de tratamiento ecoamigable que

tiene como objetivo reducir metales pesados que se encuentran en las aguas contaminadas, que generan un impacto negativo para el medio ambiente .

También se tiene en la siguiente investigación la Hipótesis General: H0: Los biofiltros a base de cáscaras vegetales son eficientes para reducir metales pesados en aguas del río Chillón. H1: Los biofiltros a base de cáscaras vegetales no son eficientes para reducir metales pesados en aguas del río Chillón. Además se tiene la Hipótesis Específicas: H0: El biofiltro a base de cáscara de maracuyá posee una concentración óptima para reducir metales pesados en aguas del río Chillón. H1: El biofiltro a base de cáscara de maracuyá no posee una concentración óptima para reducir metales pesados en aguas del río Chillón. Seguida de la otra hipótesis H0: El biofiltro a base de cáscara de plátano posee una concentración óptima para reducir metales pesados en aguas del río Chillón. H1: El biofiltro a base de cáscara de plátano no posee una concentración óptima para reducir metales pesados en aguas del río Chillón. Seguido de la siguiente hipótesis H0: El biofiltro a base de cáscara de maracuyá y plátano posee una concentración óptima para reducir metales pesados en aguas del río Chillón. H1: El biofiltro a base de cáscara de maracuyá y plátano no posee una concentración óptima para reducir metales pesados en aguas del río Chillón. Seguido de la siguiente hipótesis H0: Entre los tres biofiltros con cáscaras vegetales tiene mejor tiempo óptimo para retener contaminantes en aguas río Chillón H1: Entre los tres biofiltros con cáscaras vegetales no tiene mejor tiempo óptimo para retener contaminantes en aguas río Chillón y por último H0: Entre los tres biofiltros con cáscaras vegetales tiene mayor reducción del cobre y zinc en aguas río Chillón H1: Entre los tres biofiltros con cáscaras vegetales no tiene mayor reducción del cobre y zinc en aguas río Chillón.

De igual modo tenemos el Objetivo General: Determinar la eficiencia de biofiltros a base de cáscaras vegetales para reducir metales pesados en aguas del río Chillón. Asimismo se planteó los Objetivos Específicos: Determinar cuál será la concentración óptima con el biofiltro a base de cáscara de maracuyá para reducir metales pesados en aguas del río Chillón, Determinar cuál será la concentración óptima con el biofiltro a base de cáscara de plátano para reducir metales pesados en aguas del río Chillón, Determinar cuál será la concentración óptima con el biofiltro a base de cáscara de maracuyá y plátano para reducir metales pesados en aguas del río Chillón, Determinar cuál será el tiempo óptimo entre los tres biofiltros a base de cáscaras vegetales para retener contaminantes en aguas río Chillón y por último Determinar cuál será la reducción del cobre y zinc en aguas del río Chillón entre los biofiltros a base de cáscaras vegetales.

II. MÉTODO

2.1 Tipo y diseño de investigación

Tipo

La investigación fue de tipo aplicada de naturaleza experimental, que presenta la manipulación de la variable independiente, mediante este motivo para obtener cambios en la variable dependiente de la investigación. (HERNÁNDEZ et. al, 2014, p.122).

Enfoque

Presenta un enfoque cuantitativo que “emplea la recaudación de datos obtenidos para justificar las hipótesis con el principio en la medida numérica y el procesamiento del estudio estadístico, con el fin de constituir pautas de comportamiento y probar teorías que se optaron en el transcurso de la investigación (HERNÁNDEZ et. al., 2014, p.4).

Nivel

La aplicación fue explicativo porque “pretenden establecer los orígenes de los incidentes o anomalías que se investigan.” (HERNÁNDEZ et. al 2014, p. 95).

Diseño

El diseño a aplicarse fue experimental, porque se manipulan las variables como la independiente, siendo el origen mediante el cual se realizarán variaciones en la variable dependiente de la presente investigación. (HERNÁNDEZ et. al, 2014, p.122)

Diseño de pre-prueba/pos-prueba con un solo grupo:

Un conjunto se fija una verificación previa al estímulo o procedimiento experimental, posteriormente se le proporciona un adecuado tratamiento a desarrollarse y al terminar se le fija una prueba siguiente al estímulo. (HERNÁNDEZ et. al, 2014, p.136)

Este diseño su diagrama sería así:

Esquema:

G: E₁ - X - E₂

Dónde:

E₁: Pre-Tratamiento

X: Tratamiento.

E₂:Post-Tratamiento

2.1 Operacionalización de Variables

Tabla 5: Matriz de Operacionalización

VARIABLES		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD ES
INDEPENDIENTE	Eficiencia de biofiltros a base de cáscaras vegetales	Es también conocido como filtro biológico, que es capaz de eliminar contaminantes que se encuentran en el cuerpo de agua o llamados más bien como los efluentes, por lo cual es una tecnología amigable con el medio ambiente y a la vez es económico. TAPIA, José y VILLAVICENCIO, Álvaro (2014)	El uso de los biofiltros será medido por la concentración óptima entre tres biofiltros a base de cáscaras de vegetales y los tiempos de retención de contaminantes (1:30 y 3 horas)	Concentración óptima de polvo de <i>Musa paradisiaca</i>	1 kilo	Kg.
					2 kilos	
					3 kilos	
				Concentración óptima de polvo de <i>Passiflora edulis</i>	1 kilo	
					2 kilos	
					3 kilos	
				Concentración óptima de polvo de <i>Passiflora edulis</i> y <i>Musa paradisiaca</i>	1 kilo	
					2 kilos	
					3 kilos	
				Tiempo de Retención de Contaminantes	Tiempo (1:30 y 3)	Horas
DEPENDIENTE	Reducción de metales pesados del río Chillón	Alteración en el recurso hídrico modificando los parámetros físicos químicos y biológicos debido a las actividades realizadas por el ser humano indiscriminadamente y el crecimiento industrial que se ha dado a su vez la naturales es uno de los factores que, también modifican los parámetros del recurso mediante condiciones climáticas y geológicas del recurso hídrico . PARI, Julián (2017)	Al aplicar los biofiltros se podrá determinar la reducción de la concentración de Cobre y Zinc.	Parámetro químico	Potencial de hidrógeno (pH)	1-14
				Concentración de Cobre y Zinc	Concentración antes	mg/l
					Concentración después	mg/l

Fuente: Elaboración propi

2.3 Población, muestra

Población

En la población de estudio la investigación comprendió por el recurso hídrico del río Chillón que presenta un caudal de 1.52 m³/s que pasa por la Av. Néstor Gambeta con el distrito de Ventanilla – Callao.

Muestra

La muestra que se tomó en esta investigación es de 360 litros en total para los 3 biofiltros, considerando que para cada una de ellas se tuvo un tanque de 40 litros, lo cual cada día (5, 10 y 15) se recargó 120 litros.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

- Instrumento 1. Tabla de la Cadena de Custodia

Es un formato de creación propia que nos permite registrar los resultados iniciales del agua antes del tratamiento. Anexo 2

- Instrumento 2. Tabla del porcentaje de Concentración inicial y final de los metales Cobre y Zinc

Es un formato de creación propia que nos permite registrar los resultados iniciales, finales y el porcentaje de reducción obtenido en cada tratamiento.

Dichos instrumentos se pueden observar en el **Anexo 3**

Tabla 6: *Procedimientos generales del desarrollo del trabajo investigativo*

ETAPA	FUENTE	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS	RESULTADOS
Estudio y diagnóstico actual del problema de investigación	Tesista	Revisión de bibliografía	Fichas de registro de toma de datos	Conocimiento de la realidad problemática
Construcción del sistema de biofiltros	Tesista	Experimentación y observación	Componentes del sistema de biofiltros conformado por 3 tanques de almacenamiento y 3 biofiltros con diferentes estratos, recolección de agua para tratamiento	Funcionamiento del sistema de biofiltros para el tratamiento de aguas
Recolección de muestra Inicial proveniente del río Chillón que fue colocada temporalmente en el tanque almacenamiento	Estándares de calidad ambiental para agua	Observación y análisis de la muestra en laboratorio	Cadena de custodia, fichas de registro de datos	Emisión de resultados por el laboratorio (condiciones iniciales)
Recolección de muestra después del tratamiento de Biofiltración con metales pesados.	Tesista	Observación y muestra de la muestra en laboratorio	Cadena de custodia, fichas de registro de datos	Emisión de resultados por el laboratorio (condiciones finales)

Fuente: Elaboración Propia

Validez

La validez afirma el nivel en que el instrumento se dará a conocer un dominio detallado de contenido de lo que va a medir específicamente. (Peña, 2013)

La validación de instrumentos de los datos recolectados fue revisado y validados al juicio de 3 expertos que darán una opinión y una calificación al respecto. **Ver Anexo 4**

Confiabilidad

Los análisis de laboratorio de ENVIROTES acreditado por el organismo peruano INACAL–DA con registro N°LE-056 que uso como método la espectrometría de absorción atómica para metales pesados.

2.5 Procedimiento

Etapas 1: Delimitación del área de estudio.

El área de estudio fue en la cuenca baja del río Chillón, dando por prioridad a la zona perteneciente al distrito constitucional de Callao; debido a que existen industrias que al emitir sus efluentes, estos sobrepasan las concentraciones de cobre según los estándares establecidos por la autoridad competente (MINAM) en la zona.

Tabla 7: Zona de estudio: Aguas del río Chillón – Callao

Punto de muestreo		Punto de muestreo	
Coordenadas UTM:	8679414	Coordenadas UTM:	8679312
	0267831		0267535

Fuente: Elaboración propia

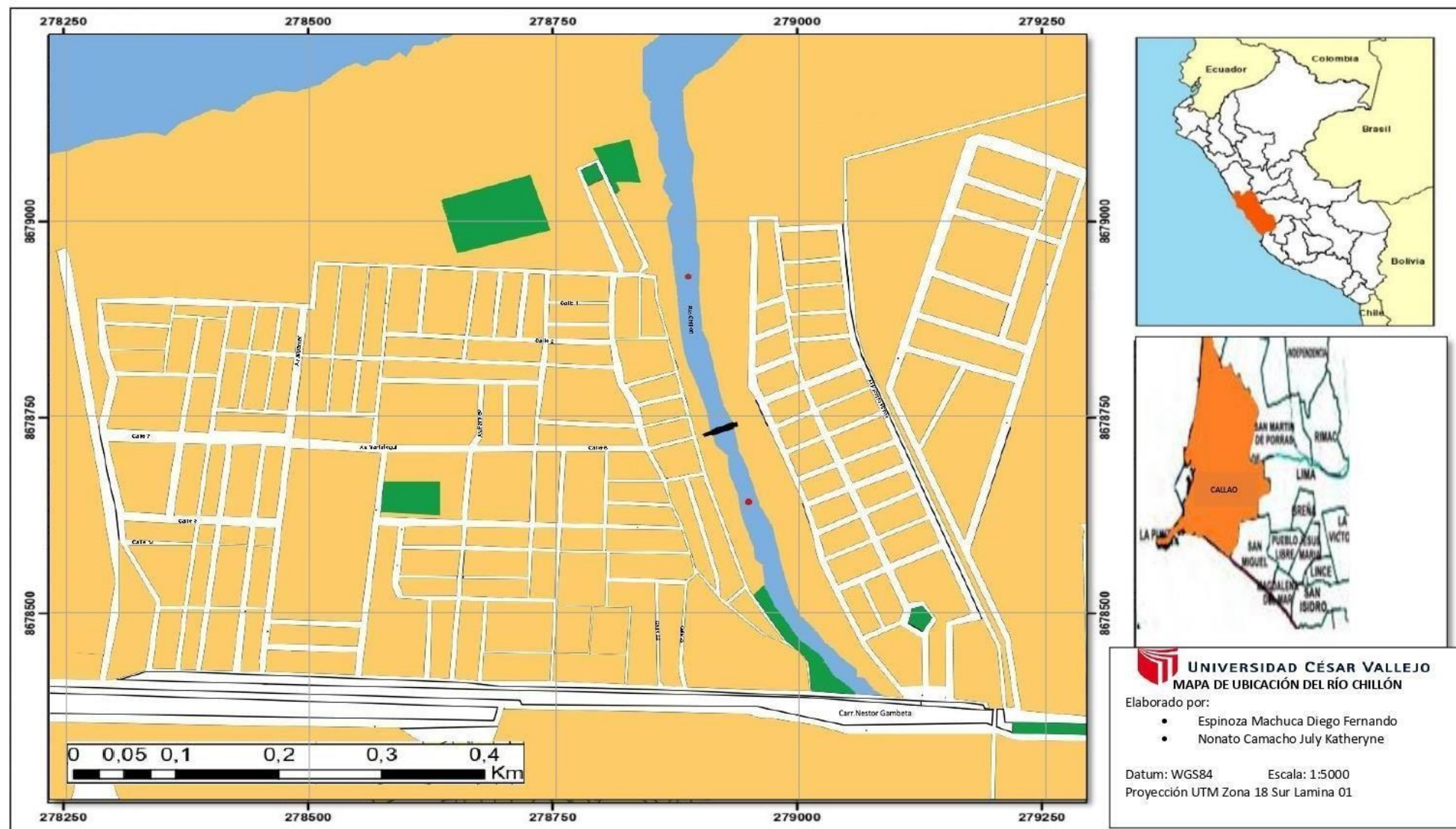


Figura 1. Ubicación de la toma de muestra

Etapa 2: Muestreo y análisis de la calidad del agua

Se hizo un muestreo simple en 01 punto identificado, teniendo en cuenta la accesibilidad a la zona y procedente a ello se realizó el muestreo mediante el Protocolo Nacional del Monitoreo de la Calidad del Agua brindado por el ANA, desde el punto inicial del muestreo hasta el punto final que es la conservación de las muestras recolectadas, examinando los parámetros de campo (pH,) para su posterior análisis en el laboratorio utilizando el método de espectrometría de absorción atómico para metales pesados.



Figura 2. Toma de muestras iniciales

Etapa 3: Obtención de los rellenos

Obtención de las cáscaras de maracuyá

Las cáscaras se obtuvieron de manera fácil y accesible, ya que se encuentran de manera abundante en el mercado. Estas cáscaras fueron secadas por 7 días al sol, luego cortadas para ser introducidas a la estufa en un tiempo de 24 horas para después ser molidas e introducir al biofiltro A y biofiltro C.



Figura 3. Cáscaras de Maracuyá

Obtención de las cáscaras de plátano

Las cáscaras se obtuvieron de manera fácil y accesible, ya que se encuentran de manera abundante en el mercado. Estas cáscaras fueron secadas por 7 días al sol, luego cortadas para ser introducidas a la estufa en un tiempo de 24 horas para después ser molidas e introducir al biofiltro B y biofiltro C.

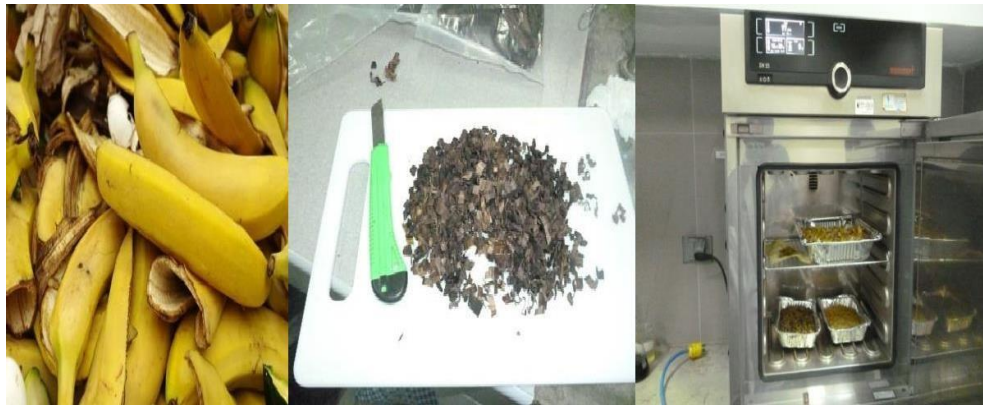


Figura 4. Cáscaras de Plátano

Etapas 4: Construcción de los biofiltros

Se procedió a la construcción del sistema de biofiltros (03 biofiltros) a base de cascaras de vegetales y diferentes estratos filtrantes (piedra bola, piedra grava, arena gruesa y arena fina). La cual se construyó en la casa del tesista con el fin de tener una mayor observación y monitoreo diario de las filtraciones que se realizaron para la toma de muestras. **Anexo 5 y 6**

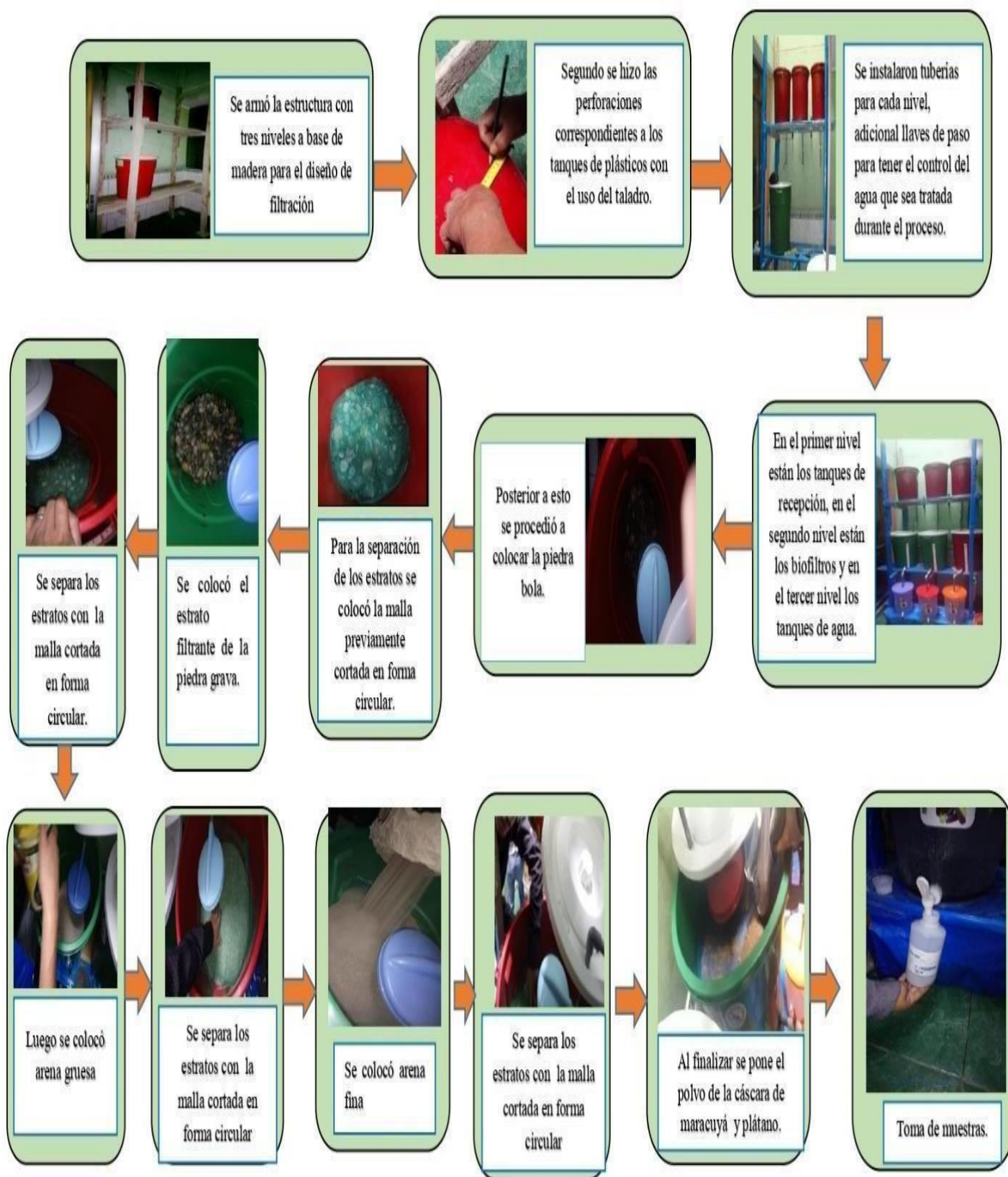


Figura 5. Elaboración del biofiltro

Etapa 4: Variación de las concentraciones y tiempo óptimo en los biofiltros

Se realizó variación de las concentraciones de polvo de cascara (1,2 y 3 Kg), de los 03 biofiltros de acuerdo a los días (5, 10,15) teniendo en cuenta el tiempo de retención de contaminantes (1:30 y 3:00 h) y luego de cada biofiltro se tomó 6 muestras las cuales en total fueron 18 muestras que fueron analizadas por espectrometría de absorción atómica.

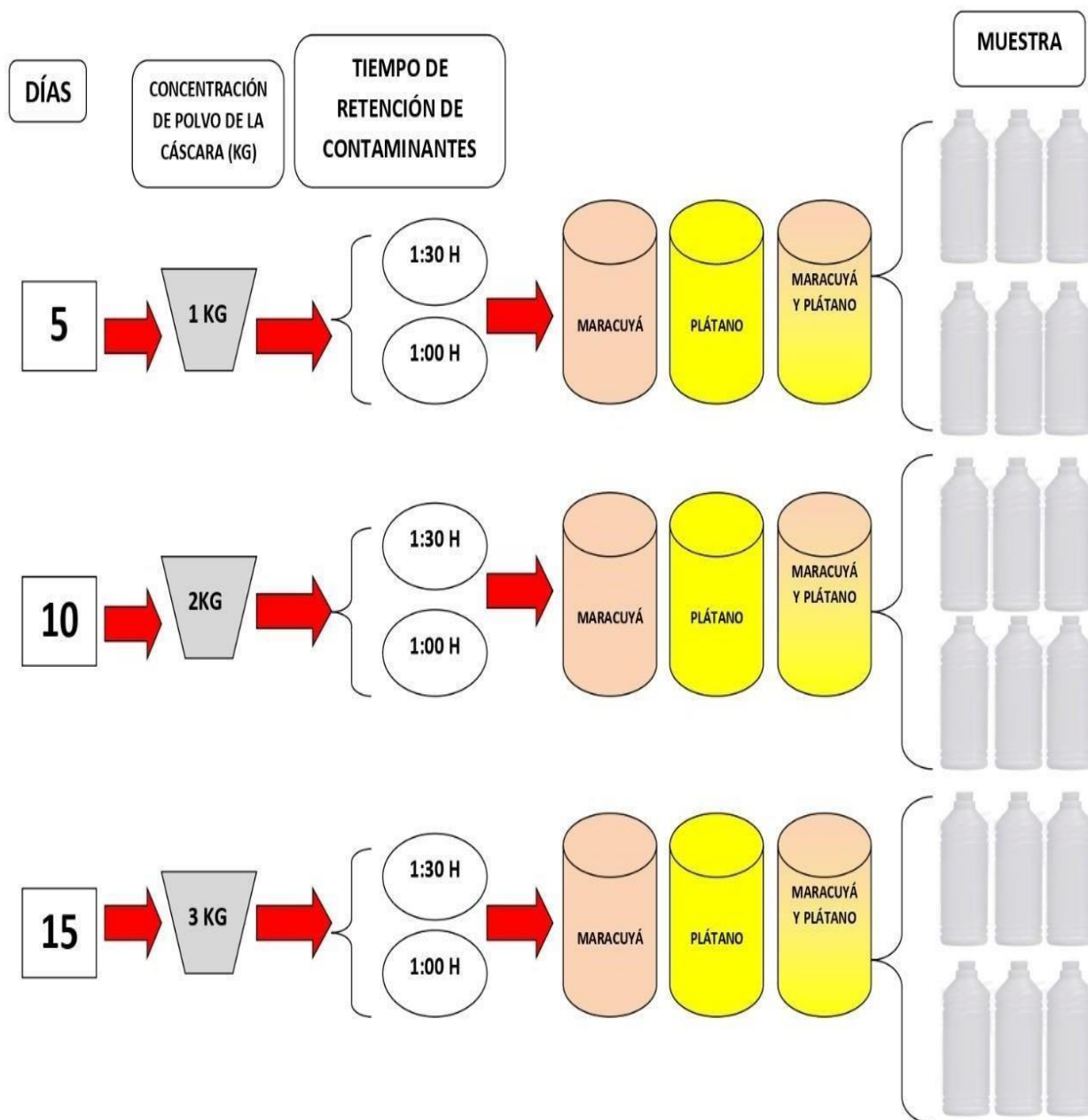


Figura 6. Procedimiento de filtración.

2.6 Métodos de análisis de datos

Análisis Descriptivo de datos: es aquella aplicación en la cual usamos las estadísticas para recoger, procesar y analizar información obtenida mediante la investigación y los datos procesados cuya características principales son la variabilidad. Los presentes análisis permiten extraer conclusiones científicas de los resultados de la investigación. Los datos obtenidos mediante el procesamiento pueden ordenarse en tablas estadísticas y ser representadas en gráficas. Mediante dos programas se realizó la recolección de datos y estos son los siguientes:

Microsoft Office Excel este programa permitió la tabulación de todos los datos obtenidos en la experimentación.

Software SPSS Statistics Este software permitió la obtención de la información estadística relajando la Prueba de Normalidad y Prueba de Comparación de medias T-Sudent para muestras emparejadas.

2.7 Aspectos éticos

La información de la presente indagación es ejecutada en trabajo de campo, en donde se realizó las tomas de muestras con el criterio adecuado siguiendo las normas establecidas, de igual manera para el análisis de laboratorio y análisis estadísticos obtenidos de manera clara y veraz en todo su contenido.

Se ha respetado la autoría de la información bibliográfica porque se utilizó un sistema de referenciación ISO 690, citando en forma adecuada, clara a los autores y con la referencia de sus datos de publicación que nos darán una información confiable y veraz.

La información de la presente investigación fue verazmente contrastada mediante la comparación de la autenticidad del documento de estudio mediante el uso del programa antiplagio Turnitin con 26% a disposición del docente.

III. RESULTADOS

Según los objetivos planteados para los siguientes resultados:

- a) Determinar la eficiencia de biofiltros a base de cáscaras vegetales para reducir metales pesados en aguas del río Chillón.

En la siguiente tabla 9 se observan los resultados de las eficiencias de cada biofiltro en la reducción de metales pesados metales pesados (Cu y Zn).

Tabla 8. *Eficiencias de los biofiltración después del tratamiento .*

	Maracuyá	Plátano	Maracuyá y plátano
pH	13.2%	13.1%	11.3%
Cu	15.4 %	43.7 %	65.4 %
Zn	36.1 %	38.8 %	45.1 %
Total	21.5 %	39.6 %	40.6 %

Fuente: Elaboración Propia

La eficiencia del tratamientos con los biofiltros con Cáscaras de vegetales maracuyá, plátano y la mezcla de ambas cascaras con la misma proporción presentan una gran capacidad de reducción de metales (Cu y Zn) por su composición química en polímeros como lignina, celulosa y pectina, que permiten la adsorción de los iones metálicos quedando atrapados en la pared celular ya que presentan una afinidad para los metales pesados.

- b) Determinar cuál será la concentración óptima con el biofiltro a base de cáscara de maracuyá para reducir metales pesados en aguas del río Chillón

Resultados de la concentración de Cobre y Zinc después del tratamiento

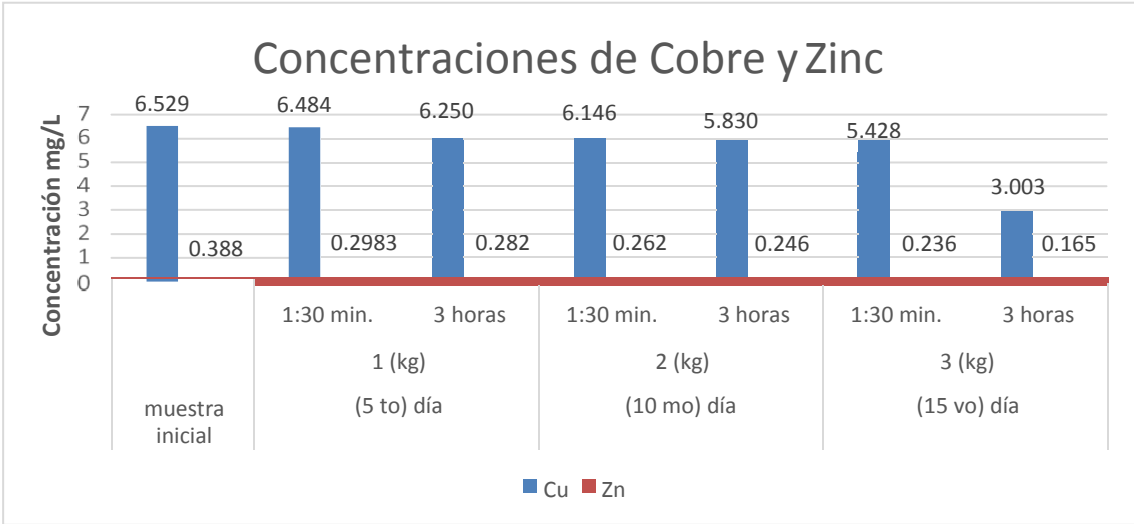
Los resultados obtenidos en cada uno de los tres prototipos y sus cinco repeticiones aplicando la remediación electrocinética se muestran en la tabla 10.

Tabla 9. Biofiltro con cáscara de maracuyá

Biofiltro con <i>Pasiflora edulis</i> (cáscara de maracuyá)						
Día	Concentración de polvo en kilogramos	Tiempo de Retención de Contaminantes	Metales Pesados (mg/L)		Reducción	
	kg		Cu	Zn	%	%
Testigo			6.529	0.388		
5	1	1:30 h	6.484	0.298	0.69	23.2
		3 h	6.250	0.282	4.27	27.3
10	2	1:30 h	6.146	0.262	5.87	32.5
		3 h	5.830	0.246	10.71	36.6
15	3	1:30 h	5.424	0.236	17.02	39.2
		3 h	3.003	0.165	54	57.5

Fuente: Elaboración propia

En tabla 9 se observa los datos con el Biofiltro con cáscara de maracuyá con cada una de las dimensiones de la matriz de operacionalización.



Fuente: Elaboración propia

Figura 7. Concentración del Cu y Zn después del tratamiento

En la figura 7: se observa que el biofiltro con maracuyá para el metal Cobre con 3 kilos de

concentración de polvo de maracuyá a los 15 días y con el tiempo de retención de contaminantes de 3 horas en el resultado tuvo la mayor disminución de 3.003 mg/L en comparación a los demás y para el metal Zinc también ocurrió lo mismo su disminución es 0.165 mg/L

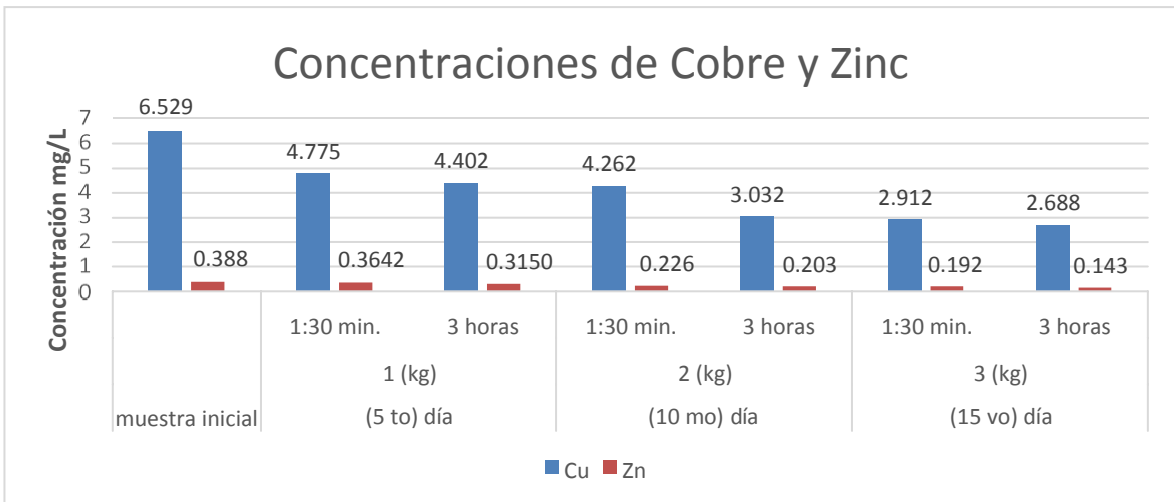
- c) Determinar cuál será la concentración óptima con el biofiltro a base de cáscara de plátano para reducir metales pesados en aguas del río Chillón.

Tabla 10. *Biofiltro con cáscara de plátano*

Biofiltro con Musa paradisiaca (cáscara de plátano)						
Día	Concentración de polvo en kilogramos	Tiempo de Retención de Contaminantes	Metales Pesados (mg/L)		Reducción	
	kg		Cu	Zn	%	%
Testigo			6.529	0.388		
5	1	1:30 h	4.775	0.364	26.9	6.2
		3 h	4.402	0.315	32.6	18.8
10	2	1:30 h	4.262	0.226	34.8	41.8
		3 h	3.032	0.203	53.4	47.7
15	3	1:30 h	2.912	0.192	55.4	50.5
		3 h	2.688	0.143	58.8	63.1

Fuente: Elaboración propia

En tabla 10 se observa los datos con el Biofiltro con cáscara de plátano con cada una de las dimensiones de la matriz de operacionalización.



Fuente: Elaboración propia

Figura 8. Concentración del Cu y Zn después del tratamiento

En la figura 8: se observa que el biofiltro con plátano para el metal Cobre con 3 kilos de concentración de polvo de maracuyá a los 15 días y con el tiempo de retención de contaminantes de 3 horas en el resultado tuvo la mayor disminución de 2.688 mg/L en comparación a los demás y para el metal Zinc también ocurrió lo mismo su disminución es 0.143 mg/L

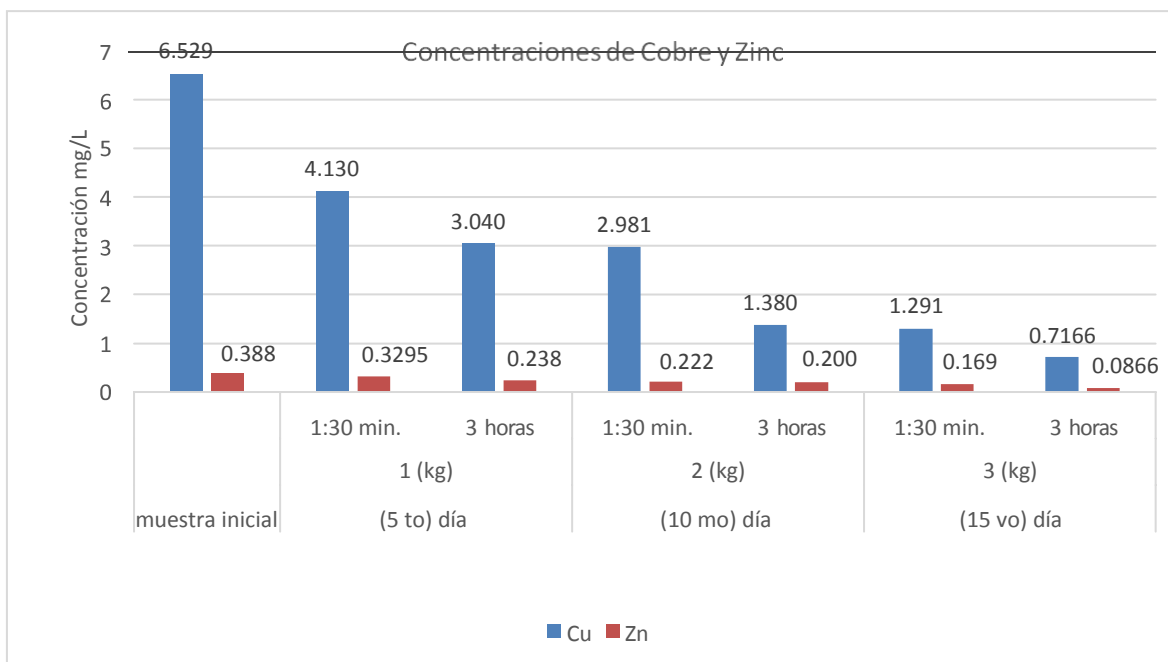
- d) Determinar cuál será la concentración óptima con el biofiltro a base de cáscara de maracuyá y plátano para reducir metales pesados en aguas del río Chillón

Tabla 11. Biofiltro con cáscara de maracuyá y plátano

Biofiltro con Pasiflora Edulis (cáscara de maracuyá) Musa Paradisiaca (cáscara de plátano)						
Día	Concentración de polvo en kilogramos	Tiempo de Retención de Contaminantes	Metales Pesados (mg/L)		Reducción	
	kg		Cu	Zn	%	%
Testigo			6.529	0.388		
5	1	1:30 h	4.130	0.329	36.7	15.2
		3 h	3.040	0.238	53.4	38.7
10	2	1:30 h	2.981	0.222	54.3	42.8
		3 h	1.380	0.200	78.9	48.5
15	3	1:30 h	1.291	0.169	80.2	56.4
		3 h	0.0866	0.117	98	70

Fuente: Elaboración propia

En tabla 11 se observa los datos con el Biofiltro con cáscara de maracuyá y plátano con cada una de las dimensiones de la matriz de operacionalización.

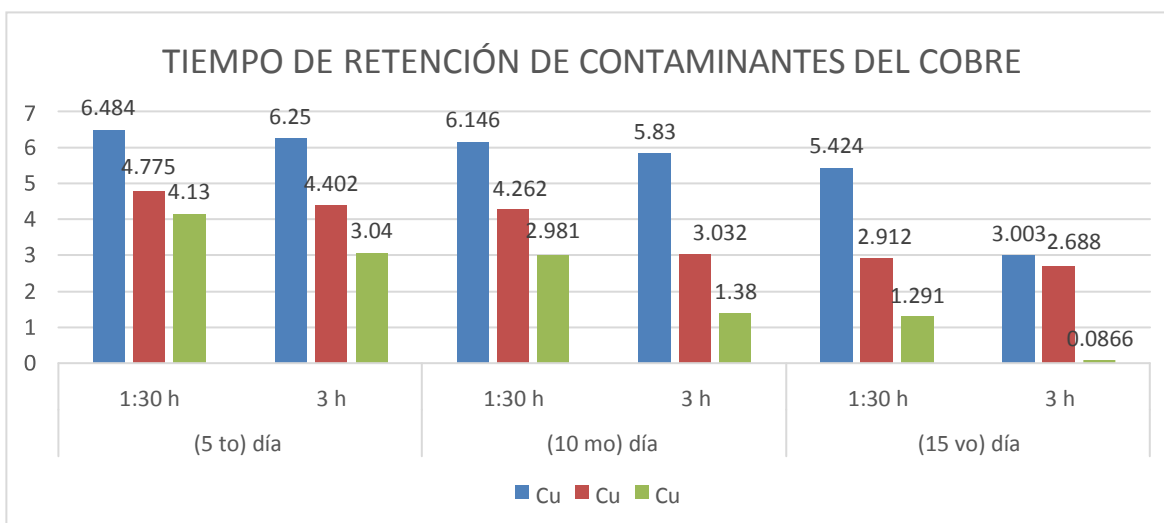


Fuente: Elaboración propia.

Figura 9. Concentración del Cu y Zn después del tratamiento

En la figura 9: se observa que el biofiltro con la mezcla de ambas cáscaras para el metal Cobre con 3 kilos de concentración de polvo de maracuyá a los 15 días y con el tiempo de retención de contaminantes de 3 horas en el resultado tuvo la mayor disminución de 0.0866 mg/L en comparación a los demás y para el metal Zinc también ocurrió lo mismo su disminución es 0.117 mg/L

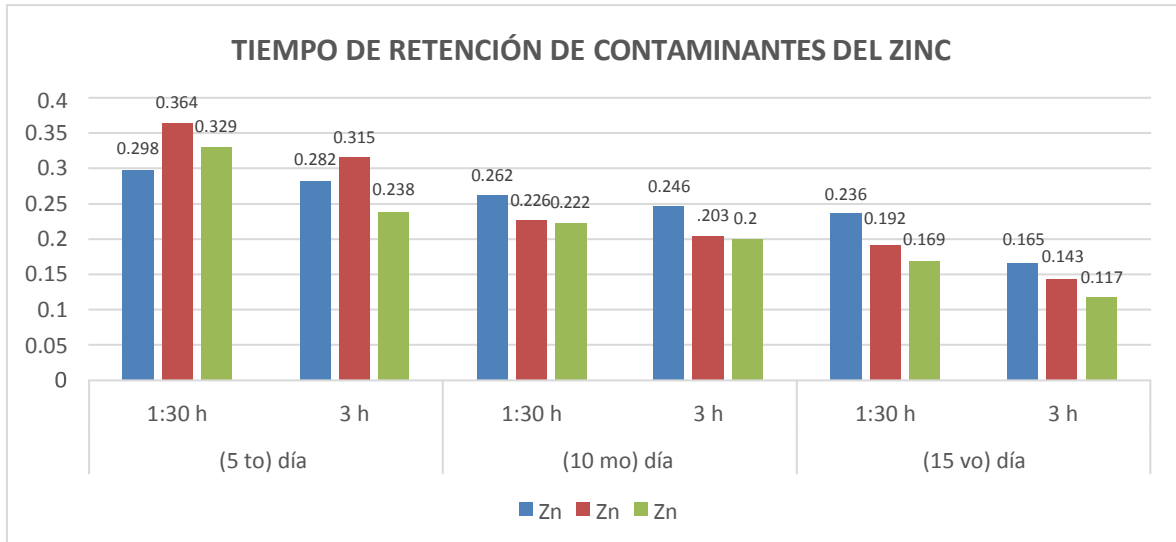
- e) Determinar cuál será el tiempo óptimo entre los tres biofiltros a base de cáscaras vegetales para retener contaminantes en aguas río Chillón



Fuente: Elaboración propia

Figura 10. Tiempo de retención de contaminantes del Cobre.

En la figura 10: se observa que el tiempo de retención óptimo entre los tres biofiltros es el de 3 horas para el metal Cobre, y en retención de contaminantes el biofiltro que obtuvo mayor reducción de concentración fue el biofiltro con cáscara de maracuyá y plátano.



Fuente: Elaboración propia

Figura 11. Tiempo de retención de contaminantes del Zinc

En la figura 11: se observa que el tiempo de retención óptimo entre los tres biofiltros es el de 3 horas para el metal Zinc, y en retención de contaminantes el biofiltro que obtuvo mayor reducción de concentración fue el biofiltro con cáscara de maracuyá y plátano.

- f) Determinar cuál será la reducción del cobre y zinc en aguas del río Chillón entre los Biofiltros a base de cáscaras vegetales.

Resultados de metales pesados con biofiltros después del tratamiento

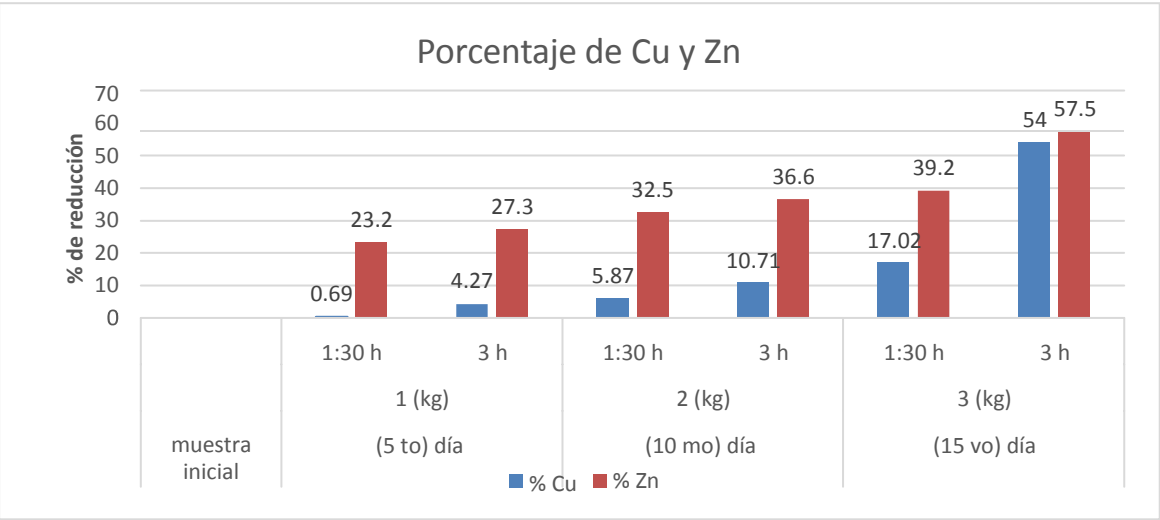
Se presentará a continuación cada uno de los valores obtenidos posterior al tratamiento de reducción de metales pesados. Se adjuntan los informes de ensayo emitidos por ENVIROTEST. **Anexo 7**

Cabe indicar que para calcular el porcentaje de remoción se utilizó:

$$\% \text{ Remoción del metal} = \frac{C_i - C_f}{C_i} \times 100$$

Dichas ecuaciones se utilizaron para analizar el comportamiento de los metales pesados

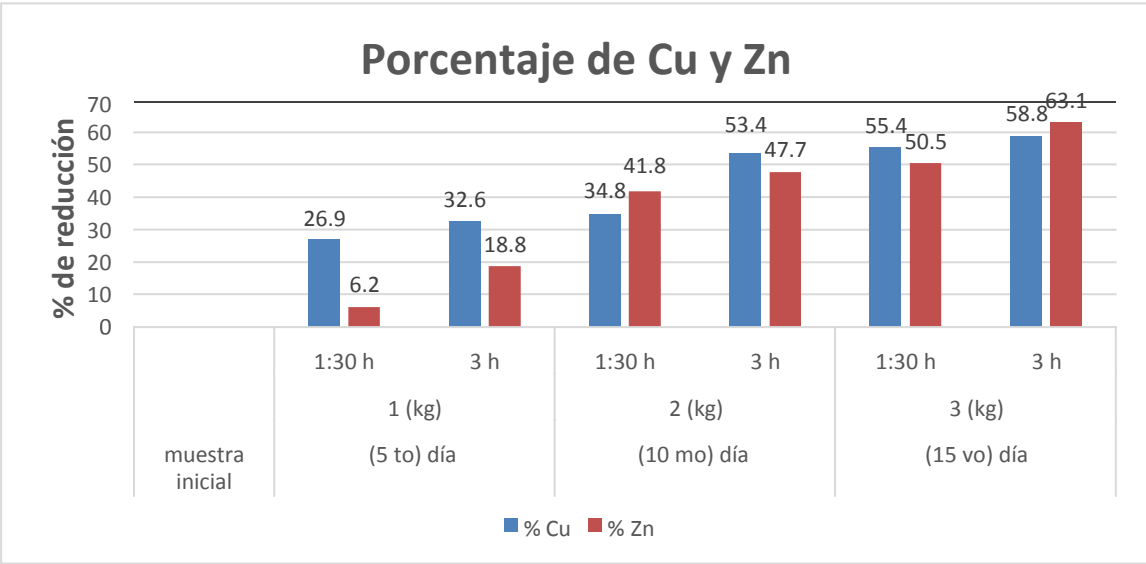
antes y después del tratamiento.



Fuente: Elaboración propia

Figura 12. Porcentaje de reducción del Cu y Zn después del tratamiento

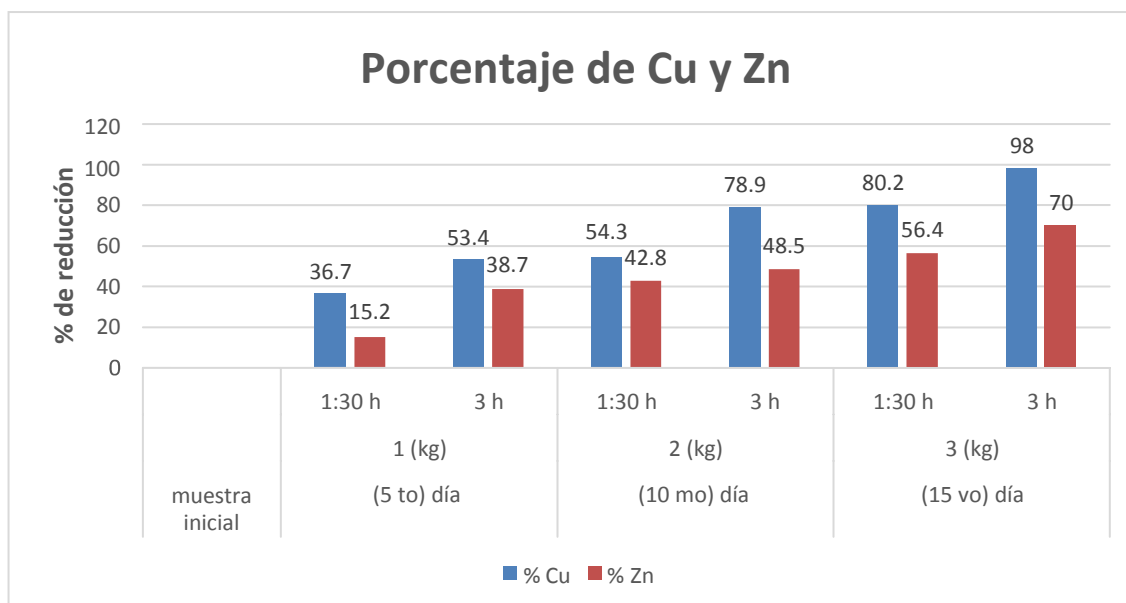
En la figura 12: se observa que en el caso del Cobre el mayor porcentaje de reducción es 54% con 3 kilos de concentración del polvo a los 15 días con 3 horas. En el caso del Zinc el mayor porcentaje de reducción es 57.5 % con 3 kilos de concentración del polvo a los 15 días con 3 horas.



Fuente: Elaboración propia

Figura 13. Porcentaje de reducción del Cu y Zn después del tratamiento

En la figura 13: se observa que en el caso del Cobre el mayor porcentaje de reducción es 58.8 % con 3 kilos de concentración del polvo a los 15 días con 3 horas. En el caso del Zinc el mayor porcentaje de reducción es 63.1 % con 3 kilos de concentración del polvo a los 15 con 3 horas.



Fuente: Elaboración propia

Figura 14. Porcentaje de reducción del Cu y Zn después del tratamiento

En la figura 14: se observa que en el caso del Cobre el mayor porcentaje de reducción es 98 % con 3 kilos de concentración del polvo a los 15 días con 3 horas. En el caso del Zinc el mayor porcentaje de reducción es 70 % con 3 kilos de concentración del polvo a los 15 días con 3 horas.

Prueba de normalidad

Tabla 12: Prueba de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Zn_maracuyá	.230	6	.200*	.916	6	.480
Zn_Plátano	.236	6	.200*	.931	6	.589
Zn_Maracuyá_Plátano	.195	6	.200*	.975	6	.921
Cu_maracuyá	.304	6	.088	.752	6	.021
Cu_Plátano	.264	6	.200*	.862	6	.195
Cu_Maracuyá_Plátano	.247	6	.200*	.916	6	.480

Mediante la Prueba de Normalidad, el objetivo fue determinar si las variables se distribuyen normales o diferentes a la normal.

Kolmogorov-Smirnov: Se emplea para muestras mayores a 30muestras.

ShapiroWilk: Se emplea para muestras pequeñas menores a 30muestras.

Criterios para determinar la Normalidad:

P-Valor $\geq\alpha$: Se acepta el H_0 = Los datos provienen de una distribución normal.
P-Valor $<\alpha$: Se acepta la H_1 = Los datos NO provienen de una distribución normal.

En Tabla 12 podemos observar que los resultados obtenidos mediante:

El biofiltro con cáscara de maracuyá para reducir Cobre (Cu_Maracuyá), la significancia (0.021) es menor que $\alpha=0.05$, se dice que los datos no provienen de una distribución normal, y no siguen un comportamiento normal. Para los demás resultados indican que los resultados provienen de una distribución normal, y siguen un comportamiento normal.

Prueba de comparación de medias T-Student para muestras emparejadas

Se empleó la prueba T-Student para muestras relacionadas, con el objetivo de compararlas diferencias entre variables.

Para el presente análisis estadístico se tiene los siguientes datos:

H_0 : No existe diferencia significativa entre las concentraciones antes y después de aplicar el tratamiento.

H_1 : Existe diferencia significativa entre las concentraciones antes y después de aplicar el tratamiento.

Alfa=0.05=5%

P-Valor $\leq\alpha$: Se rechaza la H_0 (Se acepta H_1)
P-Valor $>\alpha$: No se rechaza la H_0 (Se acepta la H_0)

Comparación de medias de los tratamientos con el testigo (Antes y después).

Alfa=0.05=5%

P-Valor $\leq\alpha$: Se rechaza la H_0 (Se acepta H_1)
P-Valor $>\alpha$: No se rechaza la H_0 (Se acepta la H_0)

Comparación de medias de los tratamientos con el testigo (Antes y después)

Tabla 13: Diferencias emparejadas del Biofiltro con *Pasiflora edulis* con Cobre

		Diferencias emparejadas					t	g l	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Pa r 1	Cu_maracuy á - Testigo Cu	- 1.005 5	1.287933	0.52579 6	- 2.35710 2	0.34610 2	- 1.91 2	5	0.114

Con un nivel de confianza del 95%, la significancia bilateral para los resultados del tratamiento con cáscara de maracuyá (Cu_maracuyá), resultó $0.114 > 0.05$ por lo cual se

acepta la H_0 , y decimos que no existe una diferencia significativa entre las medias de los resultados obtenidos antes y después del tratamiento. Por lo cual se concluye que el tratamiento no tiene efectos significativos en los resultados obtenidos.

Tabla 14: *Diferencias emparejadas del Biofiltro con Musa paradisiaca con Cobre*

	Diferencias emparejadas						t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
Par 1	Cu_	2.8505	0.900312	0.367551	Inferior	Superior	7.755	5	0.001
	Plátano_ Testigo_ Cu				1.90568	3.79532			

Con un nivel de confianza del 95%, la significancia bilateral para los resultados del tratamiento con cáscara de plátano (Cu_ plátano), resultó $0.001 < 0.05$ por lo cual se acepta la H_1 , y decimos que existe una diferencia significativa entre las medias de los resultados obtenidos antes y después del tratamiento. Por lo cual se concluye que el tratamiento tiene efectos significativos en los resultados obtenidos.

Tabla 15: *Diferencias emparejadas del Biofiltro con Pasiflora edulis y Musa paradisiaca con Cobre*

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Cu_Maracuyá Testigo Plátano	4.2725 67	1.320644	0.5391 51	2.8866 35	5.6584 98	7.92 5	5	0.001

Con un nivel de confianza del 95%, la significancia bilateral para los resultados del tratamiento con cáscara de maracuyá y plátano (Cu_maracuyá y plátano), resultó $0.001 < 0.05$ por lo cual se acepta la H_1 , y decimos que existe una diferencia significativa entre las medias de los resultados obtenidos antes y después del tratamiento. Por lo cual se concluye que el tratamiento tiene efectos significativos en los resultados obtenidos.

Tabla 16: Diferencias emparejadas del Biofiltro con *Pasiflora edulis* con Zinc

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Testigo_Zn - Zn_maracuyá	0.139783	0.046731	0.019078	0.090742	0.188824	7.327	5	0.001

Con un nivel de confianza del 95%, la significancia bilateral para los resultados del tratamiento con cáscara de maracuyá (Zn_maracuyá), resultó $0.001 < 0.05$ por lo cual se acepta la H_1 , y decimos que existe una diferencia significativa entre las medias de los resultados obtenidos antes y después del tratamiento. Por lo cual se concluye que el tratamiento tiene efectos significativos en los resultados obtenidos.

Tabla 17: Diferencias emparejadas del Biofiltro con *Musa paradisiaca* con Zinc

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Testigo_Zn - Zn_Plátano	0.147467	0.082858	0.033826	0.060513	0.23442	4.36	5	0.007

Con un nivel de confianza del 95%, la significancia bilateral para los resultados del tratamiento con cáscara de plátano (Zn_plátano), resultó $0.007 < 0.05$ por lo cual se acepta la H_1 , y decimos que existe una diferencia significativa entre las medias de los resultados obtenidos antes y después del tratamiento. Por lo cual se concluye que el tratamiento tiene efectos significativos en los resultados obtenidos.

Tabla 18: Diferencias emparejadas del Biofiltro con *Pasiflora edulis* y *Musa paradisiaca* con Zinc

		Diferencias emparejadas						t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia					
					Inferior	Superior				
Par 1	Testigo_Zn - Zn_Maracuyá_Plátano	0.175417	0.071552	0.029211	0.100328	0.250506	6.005	5	0.002	

Con un nivel de confianza del 95%, la significancia bilateral para los resultados del tratamiento con cáscara de maracuyá y plátano (Zn_maracuyá y plátano), resultó $0.002 < 0.05$ por lo cual se acepta la H_1 , y decimos que existe una diferencia significativa entre las medias de los resultados obtenidos antes y después del tratamiento. Por lo cual se concluye que el tratamiento tiene efectos significativos en los resultados obtenidos.

COMPARACIÓN DE MEDIAS ENTRE TRATAMIENTOS

Tabla 19: Diferencias emparejadas del Biofiltro 1 y Biofiltro 2 con Cobre

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Cu_maracuyá - Cu Plátano	1.845	0.862482	0.352107	0.939881	2.750119	5.24	5	0.003

En la Tabla 19 observamos que de acuerdo a los resultados de significancia bilateral, con un 95% de confianza, decimos que existe diferencia significativa entre los tratamientos empleados.

Tabla 20: Diferencias emparejadas del Biofiltro 1 y Biofiltro 3 con Cobre

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Cu_maracuyá - Cu_Maracuyá_Plátano	3.267067	0.890527	0.363556	2.332516	4.201617	8.986	5	0

En la Tabla 20 observamos que de acuerdo a los resultados de significancia bilateral, con un 95% de confianza, decimos que existe diferencia significativa entre los tratamientos empleados.

Tabla 21: *Diferencias emparejadas del Biofiltro 2 y Biofiltro 3 con Cobre*

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Cu_Plátano - Cu_Maracuyá_Plátano	1.422067	0.452007	0.184531	0.947714	1.896419	7.706	5	0.001

En la Tabla 21 observamos que de acuerdo a los resultados de significancia bilateral, con un 95% de confianza, decimos que existe diferencia significativa entre los tratamientos empleados.

Tabla 22: *Diferencias emparejadas del Biofiltro 1 y Biofiltro 2 con Zinc*

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Zn_maracuyá - Zn Plátano	0.007683	0.046136	0.018835	- 0.040733	0.0561	0.408	5	0.7

En la Tabla 22 observamos que de acuerdo a los resultados de significancia bilateral, con un 95% de confianza, decimos que existe diferencia significativa entre los tratamientos empleados.

Tabla 23: *Diferencias emparejadas del Biofiltro 1 y Biofiltro 3 con Zinc*

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Zn_maracuyá - Zn_Maracuyá_Plátano	0.035633	0.034059	0.013904	-0.000109	0.071376	2.563	5	0.05

En la Tabla 23 observamos que de acuerdo a los resultados de significancia bilateral, con un 95% de confianza, decimos que existe diferencia significativa entre los tratamientos empleados.

Tabla 24: *Diferencias emparejadas del Biofiltro 2 y Biofiltro 3 con Zinc*

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Zn_Plátano - Zn_Maracuyá_Plátano	0.027 95	0.02711 4	0.0110 69	- 0.00050 5	0.0564 05	2.52 5	5	0.053

En la Tabla 24 observamos que de acuerdo a los resultados de significancia bilateral, con un 95% de confianza, decimos que existe diferencia significativa entre los tratamientos empleados.

IV. DISCUSIÓN

En la presente investigación se obtuvo mejorías considerables en la reducción de metales pesados (Cu y Zn) proveniente del río Chillón ubicado entre la Av. Néstor Gambeta con Ventanilla, se aplicó la Biofiltración a través de 3 biofiltros a base de cáscaras vegetales y otros estratos filtrantes, lo cual se midió a diferentes concentraciones (1,2, y 3 kilos, tiempo de retención de contaminantes, removiendo así el 63.6% del metal pesado Cobre y de Zinc con una remoción de 65.2% en un tiempo de 3 horas.

Además, respecto al cobre AGUILAR (2018), en su trabajo de investigación titulado: Evaluación de la cáscara de naranja (*Citrus cinensis*) como material adsorbente natural de ion metálico Cu (II) en la Universidad Nacional San Agustín. Esta tesis presento el objetivo determinar la capacidad de adsorción de Cobre de la cáscara de naranja (*Citrus cinensis*) .Esta tesis fue de tipo experimental. Sus resultados mostraron que la cáscara de naranja presenta una absorción de (35.6447% de remoción y 3,0 para cáscara de naranja de absorción (*Citrus cinensis*)- Huando con 25.7296%.Se concluye que la naranja de jugo removió en un mayor porcentaje.

A diferencia de PORTILLA (2016) en su investigación titulada Tiempo de contacto de la cascara de *Musa sapientum* (plátano) y su tamaño de partícula sobre el pH y la adsorción de Pb y Zn en las aguas residuales de laboratorios de análisis químico para el grado de Magister en Gestión de Riesgos Ambientales y Seguridad en las Empresas de la Universidad Nacional de Trujillo .Después de tratar el agua residual de laboratorio químico usando la cáscara de plátano (*Musa sapientum*) los porcentajes de remoción en el caso del Pb a malla 100 (0,147mm) fue de 71,86% y de Zn 56,04% con respecto a la malla 200 (0,074mm) los porcentajes de remoción para el Pb 86,64% y de Zn 65,79%, .

A ello se le agrega VIZCAÍNO (2015) en su artículo de investigación: Biosorción de Cd, Pb y Zn por Biomasa pre tratada de algas rojas, cáscara de naranja y tuna presentapor objetivo de disminuir su concentración mediante un sistema para determinar la remoción utilizando algas rojas como, biomasa de las cáscaras de naranja (*Citrus sp.*) y la de tuna guajira (*Opuntia sp.*). Siendo una investigación de diseño experimental de tipo aplicativo y con enfoque cuantitativo. la eficiencia de remoción se utilizó un reactor de flujo continuo que presenta una columna fija con un volumen líquido de (400 mL, 75 g) que presenta biomasa en las cascaras y mediante tiempos de retención promedio de 1 y 2 h . Los resultados

demonstraron una eficiencia de las tres biomásas de cascara para remover los metales Cd y Pb, con promedios mayores al 95%, sin embargo el Zn obtuvo mayor porcentaje de remoción de (62%).

Además respecto a PAYÁN, Sergio (2014) en su trabajo de investigación titulado Estudio y diseño de biofiltro a partir de materia orgánica para el tratamiento de agua– México. Tiene por objetivo Seleccionar materiales biológicos a estabilizar, en base a la identificación de sus propiedades naturales para la remoción de diferentes tipos de contaminantes. Es de tipo experimental, en sus resultados señalo que la cascara de naranja redujo la concentración inicial de 4.5 mg/L del Cobre a 1.25 mg/L con una remoción de 72 %, asimismo ocurrió con el metal Zinc que tuvo como concentración inicial de 3.57 a 0.12 mg/L con una remoción de 68%.

V. CONCLUSIONES

- El Biofiltro a base de cáscaras vegetales y otros estratos filtrantes para el tratamiento de aguas contaminadas provenientes del río Chillón. Las eficiencias obtenidas son las siguientes: Para el Biofiltro con cáscara de maracuyá la eficiencia promedio es 23.1 %. Para el Biofiltro a base de cáscara de plátano la eficiencia promedio es 25.7 %. Para el Biofiltro de la mezcla de ambas cáscaras conformado la eficiencia promedio es 30.1 %.
- La concentración óptima del polvo de la cáscara de maracuyá con 3 kilos, en tiempo de retención de contaminantes de 3 horas tuvo mayor reducción en los metales pesados de Cu 51.5 % y Zn 44.3 %
- La concentración óptima del polvo de la cáscara de plátano con 3 kilos, en tiempo de retención de contaminantes de 3 horas tuvo mayor reducción en los metales pesados de Cu 52.9 % y Zn 46.4 %
- La concentración óptima del polvo de la cáscara de la mezcla con 3 kilos, en tiempo de retención de contaminantes de 3 horas tuvo mayor reducción en los metales pesados de Cu 63.6 % y Zn 65.2 %
- El mejor tiempo de retención de contaminantes para los 3 biofiltros fue de 3 horas ya que se obtuvo una mayor eficiencia de reducción.
- Se redujo los metales pesados (Cu y Zn) con los biofiltros a base de cáscaras vegetales del Cobre inicial era 6.529 mg/L y su final es 0.0866 mg/L asimismo el Zinc su inicial era 0.388 mg/L y su final es 0.117 mg/L.

VI. RECOMENDACIONES

- Considerar la estación del año al realizar la recolección de las cáscaras y el tiempo ya que es recomendable la estación verano para el secado de las cáscaras.
- Realizar las muestras de agua teniendo en cuenta la estación ya que hay épocas secas como también de un mayor caudal.
- Considerar otros parámetros a medir como los microbiológicos y químicos para ver la remoción de los contaminantes con las cascaras estudiadas.

REFERENCIAS

- CHÁVEZ, Julio. Eficiencia de un biofiltro en la reducción de carga orgánica de un efluente industrial en la ciudad de Celendín. Tesis (Ingeniero Ambiental).Perú: Universidad Nacional de Cajamarca, 2017.
Disponible en:
- CAMPOS, Gaby et al. Adsorbent material based on passion-fruit wastes to remove lead (Pb), chromium (Cr) and copper (Cu) from metal-contaminated waters [online].June 2018, vol. 1952. [Date of consultation: 30 April de 2019].
Disponible en:
<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=129271636&lang=es&site=ehost-live>
ISSN: 0094-243X
- CASTILLO, Javier. Remoción de sulfuro de hidrógeno utilizando un biofiltro percolador con media de arcilla expandida .Tesis (Magister en Aguas).Perú: Universidad Nacional de Ingeniería ,2014.
Disponible en:
http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/12454/1/grimaldo_cj.pdf
- CASTRO, Bismark. Uso de la cáscara de banano (*Musa paradisiaca*) Maduro deshidratada (seca) como proceso de bioadsorción para la retención de metales pesados, Plomo y Cromo en aguas contaminadas. Tesis (Maestría) Ecuador: Universidad de Guayaquil, Maestría en impactos ambientales, 2015.
Disponible en:
http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/8641/1/Uso%20de%20cascara%20de%20banano_Dr.%20Castro.pdf
- DÁVILA, Martínez. Et al. Evaluación de residuos agroindustriales como biofiltros: remoción de Cr (VI) en efluentes de curtiembres sintéticos [en línea].Enero 2017, vol.15. Colombia. [Fecha de consulta: 25 de octubre de 2018].
Disponible en:
<http://revistabiotechnologia.unicauca.edu.co/revista/index.php/biotechnologia/article/view/550/410>
ISSN 1692-3561

- DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM. (7 de Junio de 2017).
Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. Diario Oficial El Peruano.
Disponible en: <http://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-estandares-de-calidadambiental-eca-para-agua-y-e-decreto-supremo-n-004-2017-minam-1529835-2/>

- DULCHICELA, Viviana, TOLEDO Magaly .Determinación de eficiencia de especies vegetales: totora - achira implementada en biofiltros para agua de riego en Punín 2013. Tesis (Ingeniero en Biotecnología Ambiental).Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2014.
Disponible en:<http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/3402/1/236T0096%20.pdf>

- ERABEE, I.et.al. Treatment of Contaminated Landfill Leachate using Aged Refuse Biofilter Medium [online]. April 2018, vol.34. [Date of consultation: 30 April de 2019].
Disponible en: <http://dx.doi.org/10.13005/ojc/340334> ISSN: 0970-020

- FIGUEROA, Johana. Biofiltros con *Furcraea andina* y *Eucalyptus globulus* para mejorar la calidad del efluente de la piscigranja de Acopalca - Ancash – 2018.Tesis (Ingeniero Ambiental).Perú: Universidad Cesar Vallejo ,2018.
Disponible en:
http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/18369/Figueroa_JJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- GAMARRA, Fernando. Evaluación del uso de cáscaras de banano (*Musa paradisiaca sp.*) para la descontaminación del agua con metales pesados de la cuenca de Milluni – La Paz. Tesis (Ingeniero Agrónomo).Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés ,2014.
Disponible en:
<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://bibliotecadigital.umsa.bo:8080/rddu/bitstream/123456789/5600/1/T-2022.pdf>

- HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlo y BAPTISTA, María.
Metodología de la investigación. [En línea]. México: Mc GRAW-HILL /
INTERAMERICANA EDITORES, S.A., 2014. [Fecha de consulta: 8 de
octubre del 2017]. Disponible en:
https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf

ISBN: 978-607-15-0291-9

- HIGUERA, Sandy. Biofilter with rice husk and vetiver grass (*Chrysopogon Zizanioides*) for the treatment of effluent from the WWTP of INPEC - Yopal, Casanare, Colombia[online].June 2017, vol.8. [Date of consultation: 30 April de 2019].

Disponible en: <http://oaji.net/articles/2017/5565-1507169120.pdf> ISSN 2145-6097

- INFANTE, Sandy. Biofiltro con cascarilla de arroz y pasto vetiver (*C. Zizanioides*) para el tratamiento de efluente de la PTAR del INPEC – Yopal, Casanare, Colombia. [en línea]. 2017, vol.8. [Fecha de consulta: 25 de octubre de 2018].

Disponible en
:<http://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/1842/206>

ISSN: 2145-6453

- IZQUIERDO, Magaly. Efecto de un biofiltro de piedra pómez en la remoción del material orgánico del efluente agroindustrial Casa grande. Tesis (Ingeniero Ambiental) Perú: Universidad Cesar Vallejo ,2016.

Disponible en:
http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/6797/izquierdo_bi.pdf?sequence=1

- MACASSI, Ana. Diseño de un biofiltro a base del alga roja cochayuyo (*Chondra canthus chamissoi*) para la remoción de cromo de efluentes de la industria del curtido. Tesis (Magister en salud) .Callao: Universidad Nacional del Callao,2014.

Disponible

en:

[http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/UNAC/887/104.pdf?sequence=1&is Allowed=y](http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/UNAC/887/104.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- MAJUMDER, Subhajt, RAGHUVANSHI, Smita y GUPTA, Suresh. Application of a hybrid biofilter column for the removal of Cr (VI) from aqueous solution using an indigenous bacterial strain *Pseudomonas taiwanensis* [online].June 2016, vol.20. [Date of consultation: 30 April de 2019].

Disponible en:

<http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=18&sid=2c8d5a50-f37f-4bb7-8575-095bc3c0e91b%40sdc-vsessmgr01&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#db=a9h&AN=112685343>

ISSN 1088-9868

- MALIK et al .Removal of heavy metals from emerging cellulosic low-cost adsorbents [online]. October 2017, vol.5. [Date of consultation: 30 April de 2019].

Disponible en:

<https://search.proquest.com/docview/1930727656/abstract/D8FE0E3F8CD B47FFP Q/1?accountid=37408>

ISSN 21905487

- MOREIRA, Lissette. Propuesta de desarrollo de un biofiltro para remoción de plomo en el agua de consumo de los pobladores del recinto Yurima – Daule .Tesis (Ingeniero Ambiental).Ecuador: Universidad de Guayaquil, 2017.

Disponible en:

[http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/21020/1/Tesis%20Lissette%20Ramirez %20Moreira.pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/21020/1/Tesis%20Lissette%20Ramirez%20Moreira.pdf)

- NAGUA, Glenda. Recuperación de Aguas Residuales Grises Mediante Biofiltros. Tesis (Ingeniero Ambiental).Ecuador: Universidad Técnica de Cotopaxi, 2016.
Disponible en:<http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/3564/1/T-UTC-00801.pdf>

- NATARAJAN, Rajamohan et.al. Performance evaluation and kinetic studies on removal of benzene in up-flow tree bark based biofilter. [Online].June 2015, vol.21. [Date of consultation: 30 April de2019].
Disponible en:
<http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=42&sid=f6916638-656a-4158-bcde-6933fcbc19f7%40sessionmgr104>
ISSN 1451-9372

- NORSYAHARIATI, Nick et al. Leachate Treatment Using Aged Refuse (AR) as a Biofilter Medium [online].June 2015, vol.24. [Date of consultation: 30 April de 2019].
Disponible en:
[https://pdfs.semanticscholar.org/a502/ad29b5ee3d6406583b26b79010add4c8bae4.p df](https://pdfs.semanticscholar.org/a502/ad29b5ee3d6406583b26b79010add4c8bae4.pdf)
ISSN 1230-1485

- PALACIOS, Alexander. Determinación del nivel de filtración que tiene la cáscara de plátano, para reducir metales pesados presentes en agua residual en la empresa WEATHERFORD, cantón francisco de Orellana, provincia de Orellana, periodo 2014. Tesis (Ingeniero Ambiente) .Ecuador: Universidad Técnica de Cotopaxi ,2014. Disponible en:
<http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/2715/1/T-UTC-00253.pdf>

- PAYAN, Sergio. Estudio y diseño de biofiltro a partir de materia orgánica para el tratamiento de agua. Tesis (Doctor en ciencias) de materiales. Centro De Investigación En Materiales Avanzados. México, 2014.
Disponible en:
[https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1004/583/1/Tesis%20Sergi o%20Arturo%20Pay%C3%A1n%20G%C3%B3mez.pdf](https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1004/583/1/Tesis%20Sergi%20o%20Arturo%20Pay%C3%A1n%20G%C3%B3mez.pdf)

- PEÑAFIEL Rodny, Moreno Carla y Herrera Valeria. Eliminación de nitrógeno y contaminación orgánica de agua residual industrial pre tratada en lagunas anaeróbicas mediante un biofiltro de arena [en línea]. Mayo-Diciembre 2016, vol.8. [Fecha de consulta: 25 de octubre de 2018].
Disponible en
<http://revistas.usfq.edu.ec/index.php/avances/article/view/299/1042>
ISSN: 1390-5384

- PORTILLA, Hans. Tiempo de contacto de la cascara de *Musa sapientum* (plátano) y su tamaño de partícula sobre el pH y la adsorción de Pb y Zn en las aguas residuales de laboratorios de análisis químico. Tesis (Magister en Gestión de Riesgos Ambientales y Seguridad en las Empresas). Perú: Universidad Nacional de Trujillo, 2016.
Disponible en:
<http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/7848/Tesis%20Maestr%C3%ADa%20DaX%20%20Hans%20R.%20Portilla%20Rodr%C3%ADguez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- QUISPE, Andrea. Evaluación de la eficiencia entre dos sistemas de biofiltros para el tratamiento de las aguas residuales domésticas de la localidad de Carapongo, Lurigancho Chosica .Tesis (Ingeniero Ambiental). Perú: Universidad Nacional Federico Villarreal, 2018.
Disponible en:
http://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/UNFV/1930/TESIS_ANDREA%20QUISPE%20PULIDO.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- REYES, Jimmy. Propuesta de diseño de un sistema de biofiltro para el tratamiento de aguas residuales producidas en la central termoeléctrica Sacha de la unidad de negocio Termopichincha – CELECEP .Tesis (Ingeniero Ambiental) Ecuador: Universidad Tecnológica Equinoccial, 2014.
Disponible en:
http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/4690/1/58817_1.pdf

- SOSA, Dolores. Uso de astillas de madera de mezquite (*Prosopis*) en un sistema de biofiltros para tratar aguas residuales municipales. Tesis (Maestría en Ciencias en Gestión Ambiental) México: Instituto Politécnico Nacional, 2015.

Disponible en:

<https://repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/123456789/22018/1/Tesis%20Dolores%20Beatriz%20Sosa%20Hernandez.pdf>

- SICCHA, Ana. Diseño de un Biofiltro a base del alga roja cochayuyo (*Chondracanthus chamissoi*) para la remoción de cromo de efluentes de la industria del curtido, Callao Tesis (Magister en salud).Perú: Universidad Nacional del callao, 2014.

Disponible en:

<http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/UNAC/887/104.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- SUNASS; Cooperación Alemana; Giz. (2015). Diagnóstico de las plantas de tratamiento de aguas residuales en el ámbito de operación de las entidades prestadoras de servicios de Saneamiento (SUNASS), Lima. Obtenido de <http://www.sunass.gob.pe/doc/Publicaciones/ptar.pdf>

- TEJADA, Candelaria [et al]. Absorción de Cromo Hexavalente en soluciones acuosas por cascaras de naranja (*Citrus sinensis*) 2014-2015. Producción Más Limpia en línea]. Julio 2015, Vol. 10. [Fecha de consulta: 25 de Abril de 2019].

Disponible en:

<http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=9&sid=8e5fa113-dc60-4328-b3ee-50ccec37ece6%40sessionmgr104>

ISSN: 1909-0455

- VALLADARES, et al. Adsorbentes no-convencionales, alternativas sustentables para el tratamiento de aguas residuales. Revista Ingenierías Universidad de Medellín, Colombia [en línea].Julio-Diciembre 2017, Vol. 16[Fecha de consulta: 25 de abril de 2019].

Disponible en:

https://www.ucv.edu.pe/datafiles/FONDO%20EDITORIAL/Manual_ISO.pdf ISSN: 1692-332

- VERA, Luisa et al. Tecnologías de biosorción y membranas en la eliminación de metales pesados. Revista Tecnología y Ciencias del Agua, Ecuador [en línea].Junio 2018, Vol.9 [Fecha de consulta: 25 de abril de 2019].
Disponible en:
<http://eds.a.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=6&sid=2f959a2b-75f7-4ac3-9382-349c5eaed963%40sdc-vsessmgr05&bdata=Jmxhbmc9ZXMMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#db=fua&A N=134461356>
ISSN: 0187-8336

- VALLADARES, et. al. Adsorbentes no-convencionales, alternativas sustentables para el tratamiento de aguas residuales. Por Revista Ingenierías Universidad de Medellín, Colombia [en línea].Julio-Diciembre 2017, Vol. 16[Fecha de consulta: 25 de abril del 2019].
Disponible en:
https://www.ucv.edu.pe/datafiles/FONDO%20EDITORIAL/Manual_ISO.pdf
ISSN: 1692-332

- VELAZQUEZ, Jennifer .Propuesta de un sistema de biofiltración de cromo hexavalente en agua, utilizando alote de maíz. Tesis (Ciencias Ambientales). México: Universidad Autónoma del Estado de México, 2015.
Disponible en:
<http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/49402/UAEM-FAPUR-TESIS- CORTES%2C%20JENNIFER.pdf?sequence=1>

- VIGUERAS, Juan. Innovación tecnológica para tratamiento de aguas residuales domésticas con biofiltros orgánicos. Tesis (Doctor en Ciencias de Biotecnología).México: Instituto Politécnico Nacional, 2012.
Disponible en:
<https://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/123456789/13746/1/TESIS%20JU AN%20VIGUERAS%20CORTES.pdf>

- VIZCAÍNO, Luis. Biosorción de Cd, Pb y Zn por Biomasa pre tratada de algas rojas, cáscara de naranja y tuna. Revista Ciencia e Ingeniería Neogranadina, Colombia [en línea]. Jun 2015, Vol. 25 [Fecha de consulta: 25 de abril de 2019].

Disponible en:

<http://eds.a.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=7&sid=6965d726-9d1b-41a5-a0b5-7aa43c2938b4%40sdc-v sessmgr01&bdata=Jmxhbmc9ZXMMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=103735649&db=fua>

- ZHANG, Yuet al. Microbial community response reveals underlying mechanism of industrial-scale manganese sand biofilters used for the simultaneous removal of iron, manganese and ammonia from groundwater [Online]. January 2018 vol.8. [Date of consultation: 30 April de 2019].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/s13568-017-0534-7>.

ISSN: 2135704371

- ZHENG [et al]. Using an Attapulgate-Activated Carbon Composite Ceramisite Biofilter to Remove Dibutyl Phthalate from Source Water.2017-2018. Polish Journal of Environmental Studies [en línea]. Agosto 2018, Vol. 27 [Fecha de consulta: 25 de Abril de 2019].

Disponible en:

<http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=25&sid=405be527-7598-4e02-97a2-504e01be0175%40sessionmgr104>

Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

Parámetros	Unidad de medida	E1: Lagunas y lagos	E2: Ríos		E3: Ecosistemas costeros y marinos	
			Costa y sierra	Selva	Estuarios	Marinos
FÍSICOS- QUÍMICOS						
Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Cianuro Libre	mg/L	0,0052	0,0052	0,0052	0,001	0,001
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	20 (a)	20 (a)	20 (a)	**	**
Clorofila A	mg/L	0,008	**	**	**	**
Conductividad	(μS/cm)	1 000	1 000	1 000	**	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	5	10	10	15	10
Fenoles	mg/L	2,56	2,56	2,56	5,8	5,8
Fósforo total	mg/L	0,035	0,05	0,05	0,124	0,062
Nitratos (NO ₃ ⁻) (c)	mg/L	13	13	13	200	200
Amoniaco Total (NH ₃)	mg/L	(1)	(1)	(1)	(2)	(2)
Nitrógeno Total	mg/L	0,315	**	**	**	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 5	≥ 5	≥ 5	≥ 4	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,8 – 8,5	6,8 – 8,5
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	≤ 25	≤ 100	≤ 400	≤ 100	≤ 30
Sulfuros	mg/L	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 2	Δ 2
INORGÁNICOS						
Antimonio	mg/L	0,64	0,64	0,64	**	**
Arsénico	mg/L	0,15	0,15	0,15	0,036	0,036
Bario	mg/L	0,7	0,7	1	1	**
Cadmio Disuelto	mg/L	0,00025	0,00025	0,00025	0,0088	0,0088
Cobre	mg/L	0,1	0,1	0,1	0,05	0,05
Cromo VI	mg/L	0,011	0,011	0,011	0,05	0,05
Mercurio	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Níquel	mg/L	0,052	0,052	0,052	0,0082	0,0082
Plomo	mg/L	0,0025	0,0025	0,0025	0,0081	0,0081
Selenio	mg/L	0,005	0,005	0,005	0,071	0,071
Talio	mg/L	0,0008	0,0008	0,0008	**	**
Zinc	mg/L	0,12	0,12	0,12	0,081	0,081

Fuente: D.S. N° 004-2017-MINAM

ANEXO 2
CADENA DE CUSTODIA

Realizado:										
Responsable:										
Punto de monitoreo	Descripción origen/	Localidad	Distrito	Provincia	Departamento	Coordenadas		Fecha	Hora	Observaciones
	ubicación					Norte	Sur			

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 3

Tabla del porcentaje de Concentración inicial y final de los metales Cobre y Zinc

Biofiltro con <i>Pasiflora edulis</i> (cáscara de maracuyá)						
Día	Concentración de polvo en kilogramos	Tiempo de Retención de Contaminantes	Metales Pesados (mg/L)		Reducción	
	kg		Cu	Zn		
Testigo					%	%
5	1	1:30 h				
		3 h				
10	2	1:30 h				
		3 h				
15	3	1:30 h				
		3 h				

Biofiltro con <i>Musa paradisiaca</i> (cáscara de plátano)						
Día	Concentración de polvo en kilogramos	Tiempo de Retención de Contaminantes	Metales Pesados (mg/L)			Reducción
	kg		Cu	Zn	%	
Testigo					%	%
5	1	1:30 h				
		3 h				
10	2	1:30 h				
		3 h				
15	3	1:30 h				
		3 h				

Biofiltro con Pasiflora Edulis (cáscara de maracuyá) Musa Paradisiaca (cáscara de plátano)						
Día	Concentración de polvo en kilogramos	Tiempo de Retención de Contaminantes	Metales Pesados (mg/L)		Reducción	
	kg		Cu	Zn	%	%
Testigo						
5	1	1:30 h				
		3 h				
10	2	1:30 h				
		3 h				
15	3	1:30 h				
		3 h				

Fuente: Elaboración Propia.

ANEXO 4: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES:

1.1. Apellidos y Nombres: Almer Chávez Leonides
 1.2. Cargo e Institución donde Labora: Docente UCV
 1.3. Especialidad o Línea de Investigación: _____
 1.4. Nombre Del Instrumento Motivo de Evaluación: Amis 1.3.2.64
 1.5. Autor (A) Del Instrumento: Esrimaga Machuca Diego Fernando
- Norato Camacho Julio Nathalyne

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						INDETERMINADO						ACEPTABLE					
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
1. CLARIDAD	Esta formulada con lenguaje comprensible																	X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuada a las leyes y principios científicos																	X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuada a los objetivos y las necesidades reales de la investigación																	X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica																	X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales																	X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para explorar las variables de la hipótesis																	X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos																	X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores																	X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar la hipótesis																	X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico																	X	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

--

Uma, 16 de noviembre del 2018

[Firma manuscrita]

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

D.N.I. N° 22469261

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y Nombres: ORDÓÑEZ SALAZAR, Julia
 1.2. Cargo e Institución donde Labora: Docente UCV
 1.3. Especialidad o Línea de Investigación:
 1.4. Nombre Del Instrumento Motivo de Evaluación: AMISO 13-294
 1.5. Autor (A) Del Instrumento: + ESPINOZA MACHUCA DIAGO PERMANENTE
- NOMATO CAMACHO JULY KATHERINE

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					INDIFERENTE					ACEPTABLE				
		20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible															
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos															
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación															
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica															
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales															
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis															
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos															
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores															
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar la hipótesis															
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico															

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

Si
—

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Umas, 15 de noviembre del 2018

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

D.N.I. N° 08447308

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y Nombres: JAVE NAKAYO JIMÉ LEONARDO
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente UCV
 1.3. Especialidad o Línea de Investigación: Medio Ambiente - Agricultura
 1.4. Nombre Del Instrumento Motivo de Evaluación: Amis 1, 2, 3 y 4
 1.5. Autor (A) Del Instrumento: - Epimago NACHALA MILEG FARMANO
- Norma Camacho Suly Kuthirymi

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						ACCEPTABLE					
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
1. CLARIDAD	Esta formulada con lenguaje comprensible											/	
2. OBJETIVIDAD	Esta adheriendo a las leyes y principios científicos											/	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuada a los objetivos y las necesidades reales de la investigación											/	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica											/	
5. SUFFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											/	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis											/	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos											/	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores											/	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar la hipótesis											/	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico											/	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %

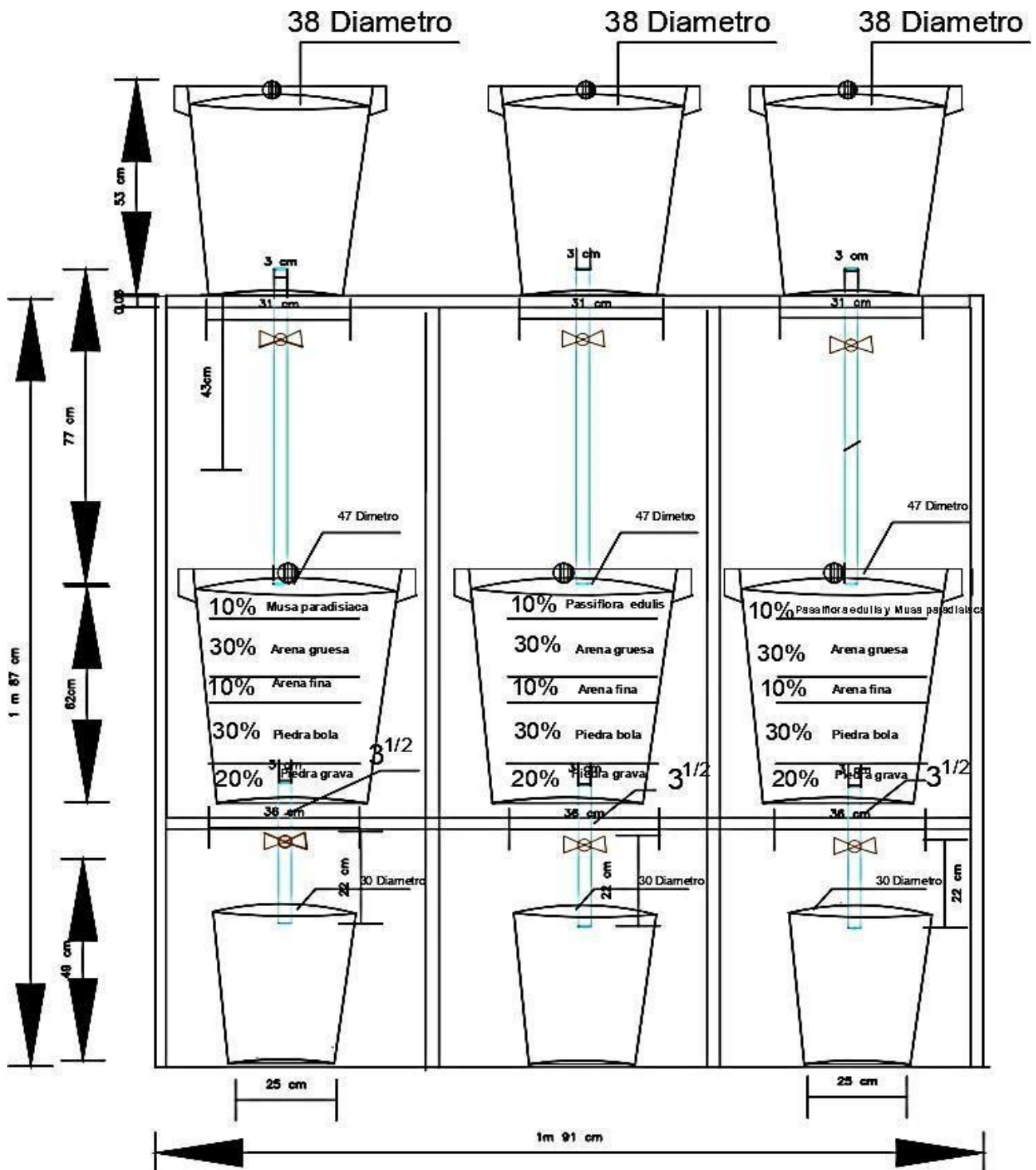
Lima, 16 de noviembre del 2018

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

D.N.I. N°

01066653

ANEXO 5: Diseño de los biofiltro





Fuente: Elaboración Propia

INFORME DE ENSAYO N° 192707 CON VALOR OFICIAL

Nombre del Cliente : ESPINOZA MACHUCA DIEGO / NONATO CAMACHO JULY KATHERYNE
Dirección : Reservado por el Cliente
Solicitado Por : ESPINOZA MACHUCA DIEGO / NONATO CAMACHO JULY KATHERYNE
Referencia : Cotización N° 1597 - 19
Proyecto : Tesis
Procedencia : Callao - Ventanilla
Muestreo Realizado Por : El Cliente
Cantidad de Muestra : 1
Producto : Agua Natural
Fecha de Recepción : 20/05/2019
Fecha de Ensayo : 20/05/2019 al 28/05/2019
Fecha de Emisión : 28/05/2019

La muestra fue recepcionada en buenas condiciones

I. Resultados

Código de Laboratorio		192707-01	
Código de Cliente		001-FK	
Fecha de Muestreo		20/05/2019	
Hora de Muestreo (h)		09:51	
Ubicación Geográfica (WGS 84)		E: 0267831 N: 8679414	
Tipo de Producto		Agua de Río	
Tipo Ensayo	Unidad	L.D.M.	Resultados
Metales Totales (ICP-AES)			
Ag Plata	mg/L	0,0014	<0,0014
Al Aluminio	mg/L	0,0077	0,1184
As Arsénico	mg/L	0,001	<0,001
B Boro	mg/L	0,0012	0,4058
Ba Bario	mg/L	0,0004	<0,0004
Be Berilio	mg/L	0,0002	<0,0002
Ca Calcio	mg/L	0,0035	161,4
Cd Cadmio	mg/L	0,00005	<0,00005
Ce Cerio	mg/L	0,0096	<0,0096
Co Cobalto	mg/L	0,0007	<0,0007
Cr Cromo	mg/L	0,0023	<0,0023
Cu Cobre	mg/L	0,0005	6,529
Fe Hierro	mg/L	0,0052	1,071
K Potasio	mg/L	0,0463	15,44
Li Litio	mg/L	0,0006	<0,0006
Mg Magnesio	mg/L	0,0107	18,44
Mn Manganeso	mg/L	0,0004	0,1191
Mo Molibdeno	mg/L	0,0018	<0,0018
Na Sodio	mg/L	0,0074	5,508
Ni Níquel	mg/L	0,0015	<0,0015
P Fósforo	mg/L	0,0237	<0,0237
Pb Plomo	mg/L	0,0004	<0,0004
Sb Antimonio	mg/L	0,0015	<0,0015
Se Selenio	mg/L	0,001	<0,001
Si Silicio	mg/L	0,0051	10,31
Sn Estaño	mg/L	0,0026	<0,0026
Sr Estroncio	mg/L	0,0002	>1,000
Ti Titanio	mg/L	0,0021	<0,0021
Tl Talio	mg/L	0,0002	<0,0002
V Vanadio	mg/L	0,0005	<0,0005
Zn Zinc	mg/L	0,0009	0,3880

Leyenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método, L.D.M. = Límite de detección del método, "—" = No Analizado, "<" = Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado, ">" = Mayor al rango de trabajo.

INFORME DE ENSAYO N° 192707 CON VALOR OFICIAL

Código de Laboratorio	192707-01
Código de Cliente	001-FK
Fecha de Muestreo	20/05/2019
Hora de Muestreo (h)	09:51
Ubicación Geográfica (WGS 84)	E: 0267831 N: 8679414
Tipo de Producto	Agua de Río

Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultados
Fisicoquímicos			
pH*	Und. pH	0,01 ⁽²⁾	7,05

Leyenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método, L.D.M. = Límite de detección del método, *C= Menor que el L.C.M. o L.D.M. Indicado, ⁽¹⁾= Resolución cuantificable, ⁽²⁾= Límite de Detección de Método, "-": No Analizado.

*: Los métodos indicados no han sido acreditados por INACAL-DA

II. Métodos y Referencias

Tipo Ensayo	Norma Referencia	Título
Fisicoquímicos		
pH	SM 4500-H+ B, 23rd. Ed. 2017	pH Value. Electrometric Method
Metales (ICP-AES)		
Metales Totales (ICP-AES) (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Sb, Se, Si, Sn, Sr, Ti, Tl, V and Zn)	EPA Method 200.7; Rev. 4.4., 1994	Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry

SIGLAS: "SM": Standard methods for the examination of Water and Wastewater APHA, AWWA, WEF 23rd. Ed. 2017

"EPA": U.S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemical Analysis.

III. Observaciones

El parámetro pH se reporta como referencial, por no cumplir con el tiempo de perecibilidad establecido.


Quím. Alma Vargas C.
Supervisor de Laboratorio
Inorgánico
C.Q.P N° 574

Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada, según la cadena de custodia correspondiente.

Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto.

El tiempo de custodia de la muestra es de un mes calendario desde el ingreso de la muestra al Laboratorio.

El tiempo de custodia del informe de ensayo, tanto en digital como en físico es de 4 años.

El tiempo de perecibilidad de la muestra está en función a lo declarado en los métodos normalizados de ensayo y rige desde la toma de muestra.

Está prohibido la reproducción parcial del presente documento, salvo autorización de Envirotest S.A.C.

** FIN DEL INFORME **

INFORME DE ENSAYO N° 193192 CON VALOR OFICIAL

Nombre del Cliente : ESPINOZA MACHUCA DIEGO / NONATO CAMACHO JULY KATHERYNE
Dirección : Reservado por el Cliente
Solicitado Por : ESPINOZA MACHUCA DIEGO / NONATO CAMACHO JULY KATHERYNE
Referencia : Cotización N° 1851-19
Proyecto : Tesis
Procedencia : Callao - Ventanilla
Muestreo Realizado Por : El Cliente
Cantidad de Muestra : 1
Producto : Agua Natural
Fecha de Recepción : 08/06/2019
Fecha de Ensayo : 08/06/2019 al 20/06/2019
Fecha de Emisión : 20/06/2019

La muestra fue recepcionada en buenas condiciones

I. Resultados

			Código de Laboratorio	193192-01	193192-02	193192-03	193192-04	193192-05	193192-06
			Código de Cliente	A-1	A-2	B-1	B-2	C-1	C-2
			Fecha de Muestreo	07/06/2019	07/06/2019	07/06/2019	07/06/2019	07/06/2019	07/06/2019
			Hora de Muestreo (h)	16:10	19:10	16:10	19:10	16:10	19:10
			Ubicación Geográfica (WGS 84)	E 0115647 N 770519.1	E 0115647 N 770519.1	E 0115647 N 770519.1	E 0115647 N 770519.1	E 0115647 N 770519.1	E 0115647 N 770519.1
			Tipo de Producto	Agua de Río	Agua de Río	Agua de Río	Agua de Río	Agua de Río	Agua de Río
Tipo Ensayo	Unidad	L.D.M.	Resultados						
Metales Totales (ICP-AES)									
Ag	Plata	mg/L	0,0014	<0,0014	<0,0014	<0,0014	<0,0014	<0,0014	<0,0014
Al	Aluminio	mg/L	0,0077	<0,0077	<0,0077	<0,0077	<0,0077	<0,0077	<0,0077
As	Arsénico	mg/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
B	Boro	mg/L	0,0012	3,468	3,346	1,817	1,709	1,509	1,414
Ba	Bario	mg/L	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Be	Berilio	mg/L	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Ca	Calcio	mg/L	0,0035	799,0	771,9	616,2	537,2	424,3	387,5
Cd	Cadmio	mg/L	0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
Ce	Cerio	mg/L	0,0096	<0,0096	<0,0096	<0,0096	<0,0096	<0,0096	<0,0096
Co	Cobalto	mg/L	0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007
Cr	Cromo	mg/L	0,0023	<0,0023	<0,0023	<0,0023	<0,0023	<0,0023	<0,0023
Cu	Cobre	mg/L	0,0005	6,484	6,250	4,775	4,402	4,130	3,040
Fe	Hierro	mg/L	0,0052	2,912	2,688	3,032	2,701	0,8748	0,4098
K	Potasio	mg/L	0,0463	478,0	426,4	952,5	873,6	222,4	200,3
Li	Litio	mg/L	0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006
Mg	Magnesio	mg/L	0,0107	151,3	143,9	165,5	142,6	80,45	76,45
Mn	Manganeso	mg/L	0,0004	10,16	9,226	12,08	11,94	8,567	7,948
Mo	Molibdeno	mg/L	0,0018	<0,0018	<0,0018	<0,0018	<0,0018	<0,0018	<0,0018
Na	Sodio	mg/L	0,0074	>750,0	>750,0	>750,0	>750,0	282,1	236,3
Ni	Níquel	mg/L	0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015
P	Fósforo	mg/L	0,0237	55,01	48,97	56,53	49,04	18,07	15,14
Pb	Plomo	mg/L	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Sb	Antimonio	mg/L	0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015
Se	Selenio	mg/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Si	Silicio	mg/L	0,0051	47,83	49,71	40,20	55,54	52,14	52,58
Sn	Estaño	mg/L	0,0026	<0,0026	<0,0026	<0,0026	<0,0026	<0,0026	<0,0026
Sr	Estroncio	mg/L	0,0002	>1,000	>1,000	>1,000	>1,000	>1,000	>1,000
Ti	Titanio	mg/L	0,0021	<0,0021	<0,0021	<0,0021	<0,0021	<0,0021	<0,0021
Tl	Talio	mg/L	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
V	Vanadio	mg/L	0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Zn	Zinc	mg/L	0,0009	0,2983	0,282	0,3642	0,3150	0,3295	0,238

Leyenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método, L.D.M. = Límite de detección del método, "-" = No Analizado, "<" = Menor que el L.C.M. o L.D.M. Indicado, ">" = Mayor al rango de trabajo.

INFORME DE ENSAYO N° 193192 CON VALOR OFICIAL

II. Métodos y Referencias

Tipo Ensayo	Norma Referencia	Título
Metales (ICP-AES)		
Metales Totales (ICP-AES) (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Cs, Cd, Ce, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Sb, Se, Si, Sn, Sr, Ti, Tl, V and Zn)	EPA Method 200.7; Rev. 4.4., 1994	Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry

SIGLAS: *SM*: Standard methods for the examination of Water and Wastewater APHA, AWWA, WEF 23rd. Ed. 2017
EPA: U.S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemical Analysis.


Quim. Alma Vargas C.
Supervisor de Laboratorio
Inorgánico
C.Q.P N° 574

Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada, según la cadena de custodia correspondiente.
Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto.
El tiempo de custodia de la muestra es de un mes calendario desde el ingreso de la muestra al Laboratorio.
El tiempo de custodia del informe de ensayo, tanto en digital como en físico es de 4 años.
El tiempo de perecibilidad de la muestra está en función a lo declarado en los métodos normalizados de ensayo y rige desde la toma de muestra.
Está prohibido la reproducción parcial del presente documento, salvo autorización de Envirotest S.A.C.

**** FIN DEL INFORME ****

INFORME DE ENSAYO N° 193364 CON VALOR OFICIAL

Nombre del Cliente : ESPINOZA MACHUCA DIEGO / NONATO CAMACHO JULY KATHERYNE
Dirección : Reservado por el Cliente
Solicitado Por : ESPINOZA MACHUCA DIEGO / NONATO CAMACHO JULY KATHERYNE
Referencia : Cotización N° 1851 - 19
Proyecto : Tesis
Procedencia : Reservado por el Cliente
Muestreo Realizado Por : El Cliente
Cantidad de Muestra : 1
Producto : Agua Natural
Fecha de Recepción : 13/06/2019
Fecha de Ensayo : 13/06/2019 al 27/06/2019
Fecha de Emisión : 27/06/2019

La muestra fue recepcionada en buenas condiciones

I. Resultados

			Código de Laboratorio	193364-01	193364-02	193364-03	193364-04	193364-05	193364-06
			Código de Cliente	A-1	A-2	B-1	B-2	C-1	C-2
			Fecha de Muestreo	12/06/2019	12/06/2019	12/06/2019	12/06/2019	12/06/2019	12/06/2019
			Hora de Muestreo (h)	17:30	20:30	17:30	20:30	17:30	20:30
			Ubicación Geográfica (WGS 84)	E 0115647 N 770519.1	E 0115647 N 770519.1	E 0115647 N 770519.1	E 0115647 N 770519.1	E 0115647 N 770519.1	E 0115647 N 770519.1
			Tipo de Producto	Agua de Río	Agua de Río	Agua de Río	Agua de Río	Agua de Río	Agua de Río
Tipo Ensayo		Unidad	L.D.M.	Resultados					
Metales Totales (ICP-AES)									
Ag	Plata	mg/L	0,0014	<0,0014	<0,0014	<0,0014	<0,0014	<0,0014	<0,0014
Al	Aluminio	mg/L	0,0077	<0,0077	<0,0077	<0,0077	<0,0077	<0,0077	<0,0077
As	Arsénico	mg/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
B	Boro	mg/L	0,0012	3,040	3,003	1,097	0,4269	0,4860	0,4685
Ba	Bario	mg/L	0,0004	4,402	1,160	0,707	2,722	0,3150	0,3295
Be	Berilio	mg/L	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Ca	Calcio	mg/L	0,0035	1907	1165	437,6	16,71	17,56	17,32
Cd	Cadmio	mg/L	0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
Ce	Cerio	mg/L	0,0096	<0,0096	<0,0096	<0,0096	<0,0096	<0,0096	<0,0096
Co	Cobalto	mg/L	0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007
Cr	Cromo	mg/L	0,0023	<0,0023	<0,0023	<0,0023	<0,0023	<0,0023	<0,0023
Cu	Cobre	mg/L	0,0005	6,146	5,830	4,262	3,032	2,981	1,380
Fe	Hierro	mg/L	0,0052	11,71	1,861	2,018	4,586	7,118	5,994
K	Potasio	mg/L	0,0463	2234	749,6	1108	520,3	607,2	558,5
Li	Litio	mg/L	0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006
Mg	Magnesio	mg/L	0,0107	318,3	169,4	107,7	39,52	39,58	37,13
Mn	Manganeso	mg/L	0,0004	52,84	16,14	11,20	7,390	6,250	6,598
Mo	Molibdeno	mg/L	0,0018	<0,0018	<0,0018	<0,0018	<0,0018	<0,0018	<0,0018
Na	Sodio	mg/L	0,0074	540,5	402,6	238,2	49,14	39,75	39,06
Ni	Níquel	mg/L	0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015
P	Fósforo	mg/L	0,0237	162,2	41,20	61,24	56,24	73,88	66,49
Pb	Plomo	mg/L	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Sb	Antimonio	mg/L	0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015
Se	Selenio	mg/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Si	Silicio	mg/L	0,0051	108,4	73,95	54,88	36,71	35,48	33,37
Sn	Estaño	mg/L	0,0026	<0,0026	<0,0026	<0,0026	<0,0026	<0,0026	<0,0026
Sr	Estroncio	mg/L	0,0002	>1,000	>1,000	>1,000	>1,000	>1,000	>1,000
Ti	Titanio	mg/L	0,0021	<0,0021	<0,0021	<0,0021	<0,0021	<0,0021	<0,0021
Tl	Talio	mg/L	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
V	Vanadio	mg/L	0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Zn	Zinc	mg/L	0,0009	0,262	0,246	0,226	0,203	0,222	0,200

Legenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método, L.D.M. = Límite de detección del método, "—" = No Analizado, "<" = Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado, ">" = Mayor al rango de trabajo.

INFORME DE ENSAYO N° 193364 CON VALOR OFICIAL

II. Métodos y Referencias

Tipo Ensayo	Norma Referencia	Título
Metales (ICP-AES)		
Metales Totales (ICP-AES) (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Sb, Se, Si, Sn, Sr, Ti, V and Zn)	EPA Method 200.7; Rev. 4.4., 1994	Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry

SIGLAS: *EPA*: U.S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemical Analysis.


Quím. Alma Vargas C.
Supervisor de Laboratorio
Inorgánico
C.Q.P N° 574

Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada, según la cadena de custodia correspondiente.

Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto.

El tiempo de custodia de la muestra es de un mes calendario desde el ingreso de la muestra al Laboratorio.

El tiempo de custodia del informe de ensayo, tanto en digital como en físico es de 4 años.

El tiempo de perecibilidad de la muestra está en función a lo declarado en los métodos normalizados de ensayo y rige desde la toma de muestra.

Está prohibido la reproducción parcial del presente documento, salvo autorización de Envirotest S.A.C.

**** FIN DEL INFORME ****

INFORME DE ENSAYO N° 193492 CON VALOR OFICIAL

Nombre del Cliente : ESPINOZA MACHUCA DIEGO / NONATO CAMACHO JULY KATHERYNE
Dirección : Reservado por el Cliente
Solicitado Por : ESPINOZA MACHUCA DIEGO / NONATO CAMACHO JULY KATHERYNE
Referencia : Cotización N° 1851-19
Proyecto : Tesis
Procedencia : Reservado por el Cliente
Muestreo Realizado Por : El Cliente
Cantidad de Muestra : 6
Producto : Agua Natural
Fecha de Recepción : 17/06/2019
Fecha de Ensayo : 17/06/2019 al 27/06/2019
Fecha de Emisión : 28/06/2019

La muestra fue recepcionada en buenas condiciones

I. Resultados

			Código de Laboratorio	183492-01	193492-02	193492-03	193492-04	193492-05	193492-06
			Código de Cliente	A-1	A-2	B-1	B-2	C-1	C-2
			Fecha de Muestreo	17/06/2019	17/06/2019	17/06/2019	17/06/2019	17/06/2019	17/06/2019
			Hora de Muestreo (h)	07:30	10:30	07:30	10:30	07:30	10:30
			Ubicación Geográfica (WGS 84)	E 0115647 N 770519.1	E 0115647 N 770519.1	E 0115647 N 770519.1	E 0115647 N 770519.1	E 0115647 N 770519.1	E 0115647 N 770519.1
			Tipo de Producto	Agua de Río	Agua de Río	Agua de Río	Agua de Río	Agua de Río	Agua de Río
Tipo Ensayo				Unidad	L.D.M.	Resultados			
Metales Totales (ICP-AES)									
Ag	Plata	mg/L	0,0014	<0,0014	<0,0014	<0,0014	<0,0014	<0,0014	<0,0014
Al	Aluminio	mg/L	0,0077	<0,0077	<0,0077	<0,0077	<0,0077	<0,0077	<0,0077
As	Arsénico	mg/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
B	Boro	mg/L	0,0012	<0,0012	0,564	<0,0012	<0,0012	<0,0012	<0,0012
Ba	Bario	mg/L	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Be	Berilio	mg/L	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Ca	Calcio	mg/L	0,0035	24,05	19,97	12,52	8,090	81,69	8,975
Cd	Cadmio	mg/L	0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
Ce	Cerio	mg/L	0,0096	<0,0096	<0,0096	<0,0096	<0,0096	<0,0096	<0,0096
Co	Cobalto	mg/L	0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007
Cr	Cromo	mg/L	0,0023	<0,0023	<0,0023	<0,0023	<0,0023	<0,0023	<0,0023
Cu	Cobre	mg/L	0,0005	5,428	3,003	2,912	2,688	1,291	0,7166
Fe	Hierro	mg/L	0,0052	9,412	5,282	6,996	9,250	44,96	4,775
K	Potasio	mg/L	0,0463	1312	698,1	446,0	516,2	3882	393,4
Li	Litio	mg/L	0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006
Mg	Magnesio	mg/L	0,0107	70,39	33,52	27,28	26,08	203,3	20,88
Mn	Manganeso	mg/L	0,0004	12,50	6,146	7,086	6,484	56,23	5,830
Mo	Molibdeno	mg/L	0,0018	<0,0018	<0,0018	<0,0018	<0,0018	<0,0018	<0,0018
Na	Sodio	mg/L	0,0074	117,9	57,46	24,41	20,53	339,0	36,40
Ni	Níquel	mg/L	0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015
P	Fósforo	mg/L	0,0237	192,2	73,72	47,76	57,78	438,5	43,04
Pb	Plomo	mg/L	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Sb	Antimonio	mg/L	0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015
Se	Selenio	mg/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Si	Silicio	mg/L	0,0051	79,49	41,59	34,05	35,44	262,7	26,19
Sn	Estaño	mg/L	0,0026	<0,0026	<0,0026	<0,0026	<0,0026	<0,0026	<0,0026
Sr	Estroncio	mg/L	0,0002	>1,000	0,8586	0,7796	0,6202	>1,000	0,6658
Ti	Titanio	mg/L	0,0021	<0,0021	<0,0021	<0,0021	<0,0021	<0,0021	<0,0021
Tl	Talio	mg/L	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
V	Vanadio	mg/L	0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Zn	Zinc	mg/L	0,0009	0,236	0,165	0,192	0,143	0,169	0,117

Leyenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método, L.D.M. = Límite de detección del método, "—" = No Analizado, "<" = Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado, ">" = Mayor al rango de trabajo.

INFORME DE ENSAYO N° 193492 CON VALOR OFICIAL

II. Métodos y Referencias

Tipo Ensayo	Norma Referencia	Título
Metales (ICP-AES)		
Metales Totales (ICP-AES) (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Sb, Se, Si, Sn, Sr, Ti, Tl, V and Zn)	EPA Method 200.7; Rev. 4.4., 1994	Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry

SIGLAS: "SM": Standard methods for the examination of Water and Wastewater APHA, AWWA, WEF 23rd. Ed. 2017

"EPA": U.S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemical Analysis.



Quim. Alma Vargas C.
Supervisor de Laboratorio
Inorgánico
C.Q.P N° 574

Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada, según la cadena de custodia correspondiente.

Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto.

El tiempo de custodia de la muestra es de un mes calendario desde el ingreso de la muestra al Laboratorio.

El tiempo de custodia del informe de ensayo, tanto en digital como en físico es de 4 años.

El tiempo de perecibilidad de la muestra está en función a lo declarado en los métodos normalizados de ensayo y rige desde la toma de muestra.

Está prohibido la reproducción parcial del presente documento, salvo autorización de Envirotest S.A.C.

**** FIN DEL INFORME ****